ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ –
МИРОВОЙ ЦЕНТР ДАННЫХ»

(ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»)

Е.Д. Вязилов

Цифровая трансформация гидрометеорологического обеспечения потребителей

Том I

Подходы по реализации

Обнинск – 2021

УДК 004.8, 004.9

Вязилов Е.Д. Цифровая трансформация гидрометеорологического обеспечения потребителей. Том I. Подходы по реализации. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2021. 356 с.

ISBN 978-5-901579-97-8

Рецензент: доктор географических наук, главный научный сотрудник отдела морских гидрологических прогнозов ФГБУ «Гидрометцентр России» Евгений Самойлович Нестеров.

Представляются перспективные направления развития гидрометеорологического обеспечения потребителей, связанные с повышением уровня автоматизации выявления опасных явлений, доведения и использования гидрометеорологической информации в автоматизированных бизнес-процессах промышленных предприятий. Рассмотрены идеи для реализации основных этапов обработки данных, начиная с интеграции разнородных и распределенных данных, автоматического выявления опасных ситуаций, доведения и использования данных для принятия решений руководителями предприятий. Предлагаются методы автоматического выявления опасных явлений по оперативным наблюдённым данным и прогностической информации на основе локальных пороговых значений показателей опасных ситуаций и передачи сведений о них на мобильные интернет-устройства. Гидрометеорологические данные должны загружаться в информационные системы предприятий. Описана схема работ по формализации информации об опасных явлениях для системы поддержки принятия решений. Монография представляет интерес для гидрометеорологов, занимающихся обслуживанием потребителей, разработчиков информационно-коммуникационных технологий, а также студентов и преподавателей географических факультетов университетов.

Рис. – 22, табл. – 35, библ. – 123.

Vyazilov E.D. Digital Transformation of Hydrometeorological Support for Consumers. Vol. 1. The Approaches to implementation. Obninsk: RIHMI-WDC. 2021. 356 p.

Reviewer: Doctor of Geographical Sciences, Chief Researcher of the Marine Hydrological Forecasts Department of Hydrometeorological Center of Russia Evgeny S. Nesterov

Prospective directions for the development of hydrometeorological support for consumers presented. They associated with an increase in the automation level of disasters detection, delivery and use of hydrometeorological information in automated business processes of industrial enterprises. Ideas for the implementation of the main stages of data processing considered, starting with the integration of heterogeneous and distributed data, automatic detection of disasters, delivery and use of data for decision-making by heads of enterprises. Methods for automatic detection of disasters based on real-time observed data and predictive information based on local threshold values of indicators of disasters and delivery information about them to mobile Internet devices are proposed. Hydrometeorological data should be loaded into the information systems of enterprises. The scheme of work on the formalization of information on disasters for the decision support system described. The monograph is of interest to hydrometeorologists involved in consumers' service, developers of information-communication technologies, as well as students and teachers of geographical faculties of universities.

Fig. – 22, tabl. – 35, bibl. – 123.

© Е.Д. Вязилов, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2021

Содержание

Определения **7**

Сокращения **12**

Введение **15**

1. Состояние средств оповещения и использования сведений об опасных природных явлениях **23**

1.1. Используемые системы оповещения 23

1.1.1 Общие сведения о проблеме оповещения и использования сведений 23

1.1.2 Сбор сведений об ОПЯ 27

1.1.3 Выдача предупреждений 29

1.1.4 Имеющиеся ИТ-сервисы для предупреждения об ОПЯ 33

1.1.5 Использование сведений об ОПЯ 34

1.2. Трудности использования информации об окружающей среде ... 37

1.3 Развитие средств сбора, обработки, обмена и использования данных 51

1.4 Перспективные методы и средства гидрометеорологического обеспечения 61

2. Методические основы цифровой трансформации гидрометеорологического обеспечения потребителей **76**

2.1 О смене парадигмы гидрометеорологического обеспечения потребителей 76

2.1.1 Существующая парадигма гидрометеорологического обеспечения 76

2.1.2 Развитие парадигмы гидрометеорологического обеспечения 79

2.2 Подходы по развитию новой парадигмы гидрометеорологического обеспечения 81

2.3 Вопросы оценки ситуаций, связанных с опасными природными явлениями 101

2.3.1 Классификация опасных природных явлений 101

2.3.2 Влияние опасных природных явлений на различные виды деятельности 110
2.4 Доведение сведений об опасных природных явлениях до руководителей промышленных объектов и населения 121
2.4.1 Мониторинг обстановки и автоматическое выявление опасных природных явлений 121
2.4.2 Организация гидрометеорологического обеспечения. 125
2.4.3 Передача сведений об опасных природных явлениях 128
2.4.4 Организация прогноза воздействий опасных природных явлений и выдача рекомендаций для принятия решений 131
2.5 Использование гидрометеорологической информации в бизнес-процессах промышленных предприятий 136
2.6 Использование чат-ботов для поиска информации руководителями предприятий и населением 154
2.7 Выводы 165
3 Создание систем поддержки принятия решений в области гидрометеорологии 168
3.1 Анализ оповещений и штормовых предупреждений об опасных природных явлениях, прогноз воздействий 168
3.1.1 Формализация сведений об опасных природных явлениях в оповещениях и штормовых предупреждениях 168
3.1.2 Идентификация опасных ситуаций 171
3.1.3 Определение воздействий гидрометеорологических условий на различные объекты экономики 173
3.1.4 Идентификация объектов, подвергаемых воздействиям опасных природных явлений 174
3.1.5 Идентификация уязвимости промышленных объектов от опасных природных явлений 177
3.1.6 Идентификация вторичных воздействий от аварий и катастроф, обусловленных опасными природными явлениями 179
3.1.7 Определение уровня опасности 184
3.1.8 Подготовка рекомендаций для принятия решений 189

3.2 Модель воздействия опасных природных явлений на социально-хозяйственную деятельность 189
3.2.1 Взаимодействие окружающей среды и социально-хозяйственной деятельности 189
3.2.2 Географические характеристики опасных природных явлений 192
3.2.3 Предпосылки опасных природных явлений 193
3.2.4 Социально-хозяйственные ситуации 194
3.2.5 Взаимодействие опасных природных явлений и социально-хозяйственной деятельности 197
3.3 Систематизация воздействий 200
3.3.1 Анализ воздействий 200
3.3.2 Классификации воздействий 205
3.4 Классификация рекомендаций 213
3.4.1 Общие подходы 213
3.4.2 Рекомендации на основе климатических данных 218
3.4.3 Рекомендации на основе прогностических данных 223
3.4.4 Рекомендации на основе наблюдённых данных в момент явления 224
3.4.5 Рекомендации на основе наблюдённых данных после явления 226
3.4.6 Типовые рекомендации 228
3.5 Создание базы данных пороговых значений показателей опасных природных явлений для отдельных объектов экономики и видов деятельности 231
3.5.1 Определение перечня показателей 231
3.5.2 Определение пороговых значений показателей 244
3.6 Создание баз знаний 249
3.6.1 Зачем нужна база знаний? 249
3.6.2 Выявление знаний 250
3.7 Применение моделей в системах поддержки принятия решений 258
3.7.1 Общие сведения об использовании моделей для принятия решений 258

3.7.2 Методы оценки возможного ущерба 260
3.7.3 Расчёт стоимости проведения превентивных мероприятий 272
3.7.4 Оценка целесообразности проведения превентивных мероприятий 274
3.8 Предложения по реализации систем поддержки принятия решений 286
3.8.1 Общая схема работы 286
3.8.2 Описание логики работы руководителя в период опасных природных явлений 289
3.8.3 Автоматизация гидрометеорологического обеспечения с помощью систем поддержки принятия решений 295
3.8.4 Представление информации для руководителей 301
3.8.5 Развитие программных компонентов 305
3.8.6 Сервисы для функционирования системы поддержки принятия решений 313
3.8.7 Состав данных для описания ситуаций, связанных с воздействием опасных природных явлениях 319
3.9 Выводы 332
Заключение 339
Список литературы 344

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Аварийная ситуация – загорания, утечки, просыпания опасных веществ, повреждения тары или транспортные средства с опасными веществами, возникающие в результате воздействия опасного природного явления, которые могут привести к взрыву, отравлению, ожогам, заболеванию людей и животных.

Авария – это повреждение машины, станка, оборудования, здания, сооружения, сопровождающееся нарушением производственного процесса и связанное с опасностью для человеческих жизней.

Агент – программное средство, работающее на интернет-устройстве руководителя предприятия, сигнализирующее об ОПЯ.

Адаптация – непрерывный процесс, включающий постановку цели, мотивацию работ по приспособлению к условиям окружающей среды, быстрое реагирование на её изменения, управление ресурсами, координацию работ участников этого процесса (разработчиков, ЛПР), оценку и контроль результатов приспособления.

Адаптационная способность – способность систем к приспособлению к изменению климата (включая его изменчивость и экстремальные явления), ведущему к уменьшению потенциального ущерба, использованию благоприятных возможностей или же к преодолению последствий.

Аномалии – отклонения от средних многолетних значений различных гидрометеорологических показателей.

Воздействия – влияние гидрометеорологических явлений и природных процессов, их последствия для хозяйственной деятельности и населения и, наоборот, влияние деятельности человека на окружающую среду.

Действия – проявление какой-нибудь энергии, деятельности, направленные на обеспечение безопасности и сохранение жизнедеятельности населения, предприятия.

Живучесть – способность технического устройства, сооружения, средства или системы выполнять основные свои функции, несмотря на полученные повреждения.

Заблаговременность штормового предупреждения – время от момента передачи предупреждения до момента возникновения опасного гидрометеорологического явления.

Индикатор – пороговое значение показателя, при котором появляется опасность для жизнедеятельности населения, или вероятность ущерба на

промышленных предприятиях, связанных с различными видами деятельности, зависящими от природных условий.

Катастрофа – это крупная авария с большими человеческими жертвами, т.е. событие с весьма трагическими последствиями. Различие между аварией и катастрофой заключается в тяжести последствий и наличии человеческих жертв.

Климат – изменения гидрометеорологических условий во временных масштабах агрегации месяц и более. Климат – совокупность сложных типов погоды, причём каждому типу присуще характерное распределение повторяемости в течение периода осреднения. Климат – это вероятность показателей погоды в определённом масштабе времени.

Климатические ресурсы – запасы вещества, энергии и информации в климатической системе, которые используются или могут быть использованы для решения конкретной задачи в экономике или социальной сфере.

Краткосрочный прогноз – прогноз гидрометеорологических величин и явлений погоды на период от 12 до 120 часов.

Критические (пороговые) значения показателей (индикаторы) – значения показателей, при достижении и превышении которых возникает угроза для жизнедеятельности и безопасности населения и функционирования объектов морской деятельности.

МетеоМонитор – программное средство компактной визуализации данных в виде приборной доски с индикацией значений наблюдённых и прогностических параметров, указанием уровня их опасности.

Мониторинг опасных природных процессов и явлений – система регулярных наблюдений за развитием опасных природных процессов и явлений в окружающей природной среде, факторами, обусловливающими их формирование и развитие, проводимых по определённой программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными природными процессами и явлениями, или снижению наносимого их воздействием ущерба.

Неблагоприятное явление погоды – гидрометеорологические условия, оказывающие негативное воздействие на производственную деятельность, ограничивающие её, но по своей интенсивности и площади распространения не достигающие критериев опасного природного явления.

Опасное природное явление – условия среды, при которых интенсивность развития, продолжительность или момент возникновения представляет угрозу жизни и здоровью населения, а также могут наносить значительный

материальный ущерб. В книге под опасными явлениями понимаются любые опасные и неблагоприятные гидрометеорологические условия, влияющие на промышленные предприятия, его виды деятельности и учитывающиеся в бизнес-процессах предприятий.

Опасность – это свойство чего (кого)-либо причинять кому (чему) какой-либо ущерб (вред) или величина, дающая характеристику возможного уровня экономического ущерба от опасного явления.

Оценка воздействия – деятельность, направленная на определение и предсказание результатов влияния окружающей среды (опасных природных явлений) на объекты экономики, общество и человека, а также деятельность по обобщению и распространению информации о воздействиях.

Параметр – величина, характеризующая какое-нибудь свойство объекта, устройства, системы или явления, процесса.

Период действия прогноза (срок прогноза) – промежуток времени, на который даётся прогноз.

Погода – изменения гидрометеорологических условий в пределах нескольких часов, дней (до одного месяца).

Подверженность – предрасположенность, склонность к возможному воздействию (проживание людей в местах проявления опасных явлений, наличие у людей средств к существованию, уровень развития инфраструктуры, экономических, социальных и культурных активов в местах, которые могут подвергаться неблагоприятному воздействию опасных явлений).

Показатель – обобщённая характеристика явления, процесса, их результата или их свойств, обычно выраженная в численной форме и отражающая состояние, тенденции развития рассматриваемого явления.

Последствия – результат, следствие проявления опасных явлений.

Причина опасного явления – условия, при которых возникает природное явление.

Рекомендация – любое техническое, организационное, промышленное, политическое, юридическое и другое действие, совет, пожелание или предписание, даваемое кому-то указание, как поступить в случае превышения индикаторных значений показателей опасных природных явлений.

Риск опасного явления – вероятность явления, умноженная на вероятность ущерба, связанного с людьми и средствами к существованию и имуществом вследствие их подверженности опасному явлению и уязвимости к нему.

Сопротивляемость – способность системы и составляющих её частей своевременно и эффективно предполагать воздействия опасного природного

явления, компенсировать их, приспосабливаться к ним или восстанавливаться после них, в том числе посредством обеспечения сохранения, восстановления или усовершенствования своих существенных базовых структур и функций.

Трансформация – изменение основополагающих характеристик системы, включая систему ценностей; регулирующие, законодательные или бюрократические режимы; финансовые учреждения; технологические или биологические системы.

Управление рисками – процессы разработки, осуществления и оценки стратегий, политики и мер по улучшению понимания риска опасных природных явлений, по содействию уменьшению и переносу (страхованию) риска, а также по способствованию постоянному совершенствованию мероприятий по обеспечению готовности к опасным природным явлениям, реагированию на них и восстановлению после них, явно нацеленные на повышение безопасности людей, благосостояния, качества жизни, сопротивляемости и обеспечения устойчивого развития.

Условия – это состояние окружающей среды и самого человека, при которых ему приходится действовать.

Устойчивость – способность социальной или экологической системы поглощать возмущения, сохраняя при этом такую же базовую структуру и способы функционирования, способность к самоорганизации и способность адаптироваться естественным путём к изменениям климата.

Уязвимость – величина, характеризующая возможность нанесения промышленным объектам, населению повреждений любой природы теми или иными внешними средствами или факторами, например размер экономического ущерба при определённом уровне воздействия опасного явления. Уязвимость – параметр, характеризующий возможность нанесения описываемой системе повреждений любой природы теми или иными внешними средствами или факторами. Уязвимость характеризует ту степень, в которой система чувствительна к изменению климата и не в состоянии справиться с неблагоприятными воздействиями меняющегося климата (включая его изменчивость и экстремальные явления). Уязвимость системы зависит от типа, величины и скорости климатических изменений, в условиях которых находится система, её чувствительности и адаптационной способности. Уязвимость = Чувствительность / Адаптационная способность.

Чувствительность – степень, которой система может быть затронута (благоприятным или же неблагоприятным образом) воздействием, связанным с изменением климата. Эффект может быть прямым (например изменение

урожая сельскохозяйственных растений вследствие изменения средних или же диапазона значений температуры, или же её изменчивости) или косвенным (например, изменение ущерба из-за увеличения частоты наводнений вследствие подъёма уровня воды).

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

Штормовое оповещение – сообщение о начавшемся опасном явлении (комплексе неблагоприятных метеорологических явлений) на территории конкретного района.

Штормовое предупреждение – сообщение об угрозе возникновения опасного или неблагоприятного гидрометеорологического явления, подготовленное гидрометеорологическими службами и переданное по каналам глобальной сети телесвязи Всемирной метеорологической организации.

Экономический ущерб – величина, характеризующая размер негативных экономических последствий от опасных явлений, выраженная в процентах стоимости оцениваемого объекта или в денежных единицах.

СОКРАЩЕНИЯ

ААНИИ – Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт.

АПК – аппаратно-программный комплекс.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АСУ – автоматизированные системы управления.

БД – база данных.

БЗ – база знаний.

БИД – база интегрированных данных.

ВМО – Всемирная метеорологическая организация.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

ВОСВОД – Всероссийское общество спасения на водах.

ВЭУ – ветроэнергетическая установка.

ГИБДД – Государственная инспекция безопасности дорожного движения.

ГИС – геоинформационные системы.

ГМО – гидрометеорологическое обеспечение.

ГМС – гидрометеорологическая станция.

ГМИ – гидрометеорологическая информация.

ГМУ – гидрометеорологические условия.

ГРОКО – Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания.

ГСТ – Глобальная сеть телесвязи.

ГЭС – гидроэлектростанция.

ДДТ – пестициды.

ДЦ – диспетчерские центры.

ЕС – Европейский союз.

ЕСИМО – Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане.

ЖД – железная дорога.

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство.

ЖЦ – жизненный цикл.

ИД – идентификатор.

ИЗВ – индекс загрязнения воды.

ИИС – информационно-измерительная система.

ИИ – искусственный интеллект.

ИС – информационные системы.

ИСО – Международная организация по стандартизации.

ИСЗ – искусственный спутник Земли.

ИТ – информационные технологии.

КА – космический аппарат

КУПЗ – комплексное управление прибрежными зонами.

ЛПР – лицо, принимающее решение.

ЛЭП – линия электропередачи.

МВД России – Министерство внутренних дел РФ.

МОК – Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО.

МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

НГМС – национальные гидрометеорологические службы.

НДТ – наилучшие доступные технологии.

НИУ – научно-исследовательское учреждение.

НОАА США – Национальное агентство по океану и атмосфере США.

НПА – нормативно-правовой акт.

НЦУКС – Национальный центр управления в кризисных ситуациях.

ОВОС – оценка воздействия загрязнения на окружающую среду.

ОДС – оперативная дежурная смена.

ООН – Организация Объединённых Наций.

ОПЯ – опасное природное явление.

ОС – окружающая среда.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

ПО – программное обеспечение.

ПОВ – потенциально опасные воздействия.

ПОС – потенциально опасная ситуация.

ПОЯ – потенциально опасное явление.

ПС – природная среда.

РД – руководящий документ.

Росгидромет – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

РЦУКС – Региональный центр управления в кризисных ситуациях.

СЗ УГМС – Северо-Западное УГМС.

СМИ – средства массовой информации.

СМП – Северный морской путь.

СНиП – Строительные нормы и правила.

СОВ – ситуация опасного воздействия.

СППР – система поддержки принятия решений.

СУБД – система управления базами данных.

СУОС – система управления окружающей средой.

СХ – сельское хозяйство.

СХС – социально-хозяйственная ситуация.

СХД – социально-хозяйственная деятельность.

СЦ – ситуационный центр.

ТЭИ – технико-экономическая информация.

ТЭЦ – тепловая электростанция.

УГМС – межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и контролю окружающей среды.

УФР – ультрафиолетовая радиация.

ФОИВ – Федеральный орган исполнительной власти.

ФСБ – Федеральная служба безопасности России

ЦГМС – областной (республиканский, краевой, окружной и др.) центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета.

ЦТ – цифровая трансформация.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЭКО – электронная карта-основа.

ЭММ – экономико-математические модели.

ЮНЕП – Программа исследований окружающей среды ООН.

AIS – система определения местоположения судов.

SMS – short message service – услуга коротких сообщений.

PTWC – Pacific Tsunami warning Center.

KPI – key performance indicators.

IHB – International Hydrographic Bureau.

Начав, хотя и ненамеренно, глобальный «климатический» эксперимент, мы не можем ждать десятилетия, пока накопятся эмпирические обоснования для действий, так как это может быть связано с неоправданно высоким риском для будущего наших детей.

Д-р Гру Харлем Брундтланд, генеральный директор
Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 2002 г.

Нам необходимы единый центр и единый план научных исследований, включающий в себя прогнозирование угроз национальной безопасности, эффективные рекомендации по адаптации к изменениям климата, причём как в масштабе страны, так и в масштабе отдельных территорий и применительно к отдельным отраслям.

Д.А. Медведев, президент Российской Федерации
(при утверждении Климатической доктрины, 2011 г.).

Введение

В связи с глобальными изменениями климата в последние десятилетия на всём земном шаре, и в России в частности, существенно увеличилось число случаев опасных природных явлений (ОПЯ) [85]. В период засухи 2010 г. горели целые посёлки, осложнилась жизнь десятков миллионов людей на Европейской территории России. В Крымске в июле 2012 г. погибло больше 150 человек. В 2013 г. огромные территории Дальнего Востока в бассейне реки Амур более месяца подвергались наводнению. Оно охватило пять субъектов Дальневосточного федерального округа. Всего было подтоплено 37 муниципальных районов, 235 населённых пунктов и более 13 тысяч жилых домов. Пострадали более 182 тысяч человек. Тысячи людей были эвакуированы и десятки тысяч испытывали затруднения в своей жизнедеятельности. Общая площадь затопленных территорий составила более 8 млн кв. км. Ущерб от наводнения составил более

500 млрд рублей. Повторяемость такого наводнения оценивается как один раз в 200 – 250 лет [49].

Морская деятельность, сельское хозяйство, энергетика являются наиболее зависимыми от метеорологических условий отраслями экономики. Затраты на ликвидацию последствий явлений на территориях, в сотни раз превышающих территорию самого производства, могут обанкротить даже крупный концерн. Задача защиты жизни и здоровья человека, как персонала предприятий, так и населения, проживающего в непосредственной близости от производства, потенциально подверженного авариям в период прохождения ОПЯ, является очень важной.

Почти 20 % экономики США напрямую зависит от погоды (http://Investopedia.com). Сюда входят компании сельского хозяйства, энергетики, развлечения, строительства, розничной торговли и путешествий. В своём выступлении в Конгрессе в 1998 г. бывший министр торговли Уильям Дейли заявил: «Погода – это не просто экологическая проблема, это важный экономический фактор. По крайней мере, один триллион долларов экономики чувствителен к погодным условиям» (https://kursiv.kz/opinions/2019-04/kak-prognoz-pogody-pomogaet-zarabatyvat-na-fondovom-rynke?page=38). Предсказывая погоду, можно предсказать даже цены на нефть и газ (в период похолодания увеличивается потребность в этих ресурсах). Рост или падение фондовых рынков, инфляция и даже решения центральных банков по базовой ставке зависят от того, сколько выпадет осадков (например в Индии в период сезона муссонов).

По данным Всемирного банка реконструкции и развития, среднегодовой уровень ущерба, наносимого экономике России, вызванного опасными природными явлениями (ОПЯ), достигает 80 млрд рублей. В настоящее время коэффициент предотвращённых потерь для России составляет 0,4. Исследователи из Национального центра океанографических данных Великобритании (Ливерпуль) предсказывают, что наводнения из-за повышения уровня Мирового океана могут увеличить расходы стран на превентивные мероприятия на $14 триллионов. Больше всего рискуют страны с так называемой переходной экономикой, где нет достаточно развитой инфраструктуры для противостояния стихиям и оказания помощи пострадавшим. В мире около 600 млн человек живут на побережьях на высоте не более 10 м над уровнем моря, их жилища подвергаются опасности из-за глобального изменения климата. Первый заместитель главы Минвостокразвития Российской Федерации Александр Крутиков заявил о том, что прямой ущерб от последствий глобального потепления в Арктике может достигать 2 – 9 триллионов рублей к 2050 году.

Реальный эффект дают не сами данные о климате, наблюдения и прогноз, а их эффективное применение и наличие у компании методов и средств реагирования на предупреждение о явлении. Противостоять серьёзным экономическим последствиям поможет увеличение информированности руководителей и населения о возможных воздействиях явлений на производственную деятельность предприятий, а также получение рекомендаций для принятия решений по предотвращению или уменьшению этих воздействий.

Несмотря на существенное уменьшение площади льдов в Арктике в летний период, ледовая обстановка в отдельные годы в осенне-зимний период складывается достаточно сложной. Так теплоход «Спарта III» Мурманского пароходства, используемый в качестве контейнеровоза и совершавший рейс из Дудинки в Архангельск, оказался затёртым во льдах в Енисейском заливе Карского моря в середине декабря 2020 года. Сопровождавший его буксир «Кигориак» не смог обеспечить движение судна из-за обширных торосов, образовавшихся при становлении припая. В сложной ледовой обстановке у судна вышло из строя рулевое управление. Для вывода судна из ледового плена пришлось привлекать ледокол «Адмирал Макаров» и буксир аварийно-спасательное судно «Спасатель Карев».

Несмотря на существенное увеличение финансирования Международным банком развития проектов, связанных со смягчением последствий изменения климата и ОПЯ (стимулирование строительства домов в более безопасных регионах, проектирование плавучих домов, строительство зданий на воде, развитие страхования с учётом риска наводнений), ущерб от ОПЯ продолжает увеличиваться [6, 10, 11, 50, 52, 72, 78, 110].

Основными проблемами адаптации к ОПЯ являются отсутствие систематизированных и формализованных сведений о возможных воздействиях явлений на промышленные предприятия и население, рекомендаций для принятия решений. Бывают случаи несвоевременного доведения информации о возможном проявлении явления до органов государственного управления, руководителей промышленных предприятий и населения, находящегося в этой зоне. В момент явления существующие средства оповещения (радио, телевидение) могут не работать, т.к. в этот момент часто отключается электричество. Органы государственного управления заняты своими делами и не всегда вовремя реагируют на прогнозы явлений. Поэтому необходимо организовать принудительное их оповещение для быстрейшего ознакомления со сложившейся обстановкой всеми возможными средствами.

Руководители предприятий не всегда могут правильно оценить обстановку по цифровым показателям ОПЯ, им надо давать оценку возможного

ущерба, иначе они не будут предпринимать превентивных действий. Правильная и своевременная оценка сложившейся обстановки имеет большое значение для уменьшения или предотвращения ущерба. Оперативное реагирование на изменения гидрометеорологической обстановки – это условие для повышения эффективности функционирования промышленных предприятий и управления ими.

Во многих организациях уже существуют контуры управления, которые работают с хорошо структурированными процессами и данными при использовании ГМИ в бизнес-процессах, но они не всегда автоматизированы. Чтобы получить быстро полную, прозрачную для анализа и использования картину гидрометеорологической обстановки, организациям необходима высокая степень формализации и автоматизации всех процессов сбора, обработки, доведения и использования данных в автоматизированных бизнес-процессах предприятий.

Из 17 целей ООН в области устойчивого развития шесть относятся непосредственно к окружающей среде. Это изменение климата, биоразнообразие, здоровье океана, водная безопасность, чистый воздух, устойчивость к погодным условиям и стихийным бедствиям [109]. Чтобы достигнуть этих целей, необходимо перейти на новый уровень автоматизации всех технологических процессов измерения, сбора, обработки, хранения, обмена, а главное – использования гидрометеорологической информации. Сейчас это называется цифровой трансформацией (ЦТ), которая опирается на цифровую экономику, интернет-вещей, роботизацию массовых процессов обработки данных, искусственный интеллект, машинное обучение, веб-сервисы, автоматический обмен данными между приложениями, чат-боты, поддержку решений, базы знаний, которые в сумме могут существенно помочь руководителям предприятий и населению правильно подготовиться к ОПЯ.

ЦТ представляет собой качественное изменение характера функционирования предприятий, появление новых бизнес-моделей за счёт постепенной, всё более глубокой оптимизации бизнес-процессов предприятий с учётом гидрометеорологических условий. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 10 октября 2020 г. N 1646 «О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами» под термином «Цифровая трансформация» понимается совокупность действий, осуществляемых государственным органом, направленных на изменение (трансформацию) государственного

управления и деятельности государственного органа по предоставлению им государственных услуг и исполнению государственных функций за счёт использования данных в электронном виде и внедрения ИТ в свою деятельность.

ЦТ в Росгидромете – это радикальное изменение гидрометеорологического обеспечения (ГМО) промышленных предприятий и органов государственной власти за счёт существенного повышения уровня автоматизации всех процессов сбора и обработки данных; применения новых бизнес-моделей использования ГМИ в бизнес-процессах предприятий, на которые воздействует окружающая среда. Отличиями новых бизнес-моделей в эпоху ЦТ являются:

– использование в бизнес-процессах предварительно интегрированных, распределённых и неоднородных данных из различных источников;

– повышение уровня автоматизации процессов выявления ОПЯ для каждого объекта, вида деятельности, уровня опасности до, в период и после прохождения явления;

– доведение необходимых данных до потребителей в соответствии с его требованиями по составу необходимых параметров;

– оптимизация использования ГМИ при принятии решений за счёт прогнозов возможных воздействий окружающей среды на предприятия, оценки возможного ущерба до начала ОПЯ и расчёта стоимости превентивных мероприятий.

Необходимо максимально раскрыть потенциал собираемых данных и сделать так, чтобы они попадали как можно быстрее руководителям предприятий, что повысит эффективность процессов принятия решений за счёт получения более качественного доступа к гидрометеорологическим данным и более оперативной реакции на них. Для развития ГМО нужно автоматизировать выявление ОПЯ; доставку сведений о них потребителям; оценку уровня опасности для каждого предприятия, вида деятельности; визуализацию сложившейся гидрометеорологической обстановки; выдачу сведений о возможных воздействиях ОПЯ на объекты и виды деятельности; оценку возможного ущерба; выдачу рекомендаций для принятия решений; расчёт стоимости превентивных мероприятий; принятие решения с учётом разницы между ущербом и стоимостью превентивных мероприятий.

ИТ-инфраструктура Росгидромета должна обеспечивать непрерывный процесс наблюдений, в том числе с помощью автоматических станций, комплексов; сбор данных с пунктов наблюдений в УГМС и в прогностических центрах; интеграцию данных от различных источников; обмен и доведение данных в другие системы; детальное знакомство с гидрометеорологической ситуацией;

использование информации в бизнес-процессах и принятие решений. То есть необходимо разработать новые инструменты для реализации перехода от «лоскутной» автоматизации к сквозной технологии обслуживания руководителей «от наблюдений до принятия решения».

Задачами ЦТ являются создание цифровых процессов, построение единой цифровой инфраструктуры, развитие цифровых продуктов. ЦТ должна:

1) ликвидировать непроизводительный и нетворческий труд сотрудников организаций, участвующих в гидрометеорологическом обеспечении;

2) оптимизировать бизнес-процессы предприятий – предотвратить любые задержки в ходе сбора, обработки и доведения информации;

3) развивать инфраструктуру для сбора, интеграции, накопления и доведения до руководителей только необходимой ему информации.

ЦТ, как и в целом развитие информационных технологий (ИТ), является непрерывной и итерационной. В отличие от традиционной каскадной автоматизации здесь на каждом витке автоматизации необходимо получать оптимальные и информативные процессы обработки данных и принятия решения. В результате должен поменяться способ предоставления услуг, сам характер использования ГМИ в бизнес-процессах предприятий.

Результаты ЦТ должны привести к созданию единого цифрового и информационного пространства, когда данные об окружающей среде, в какой бы структуре (формате) они не были представлены, должны быть доставлены руководителю в том виде, в котором он считает нужным. ЦТ требует активного сотрудничества между гидрометеорологическими организациями, учёными, органами государственного управления, руководителями предприятий, экспертами в различных областях деятельности. Не менее важно, чтобы все результаты ЦТ помогли предприятиям, вступившим в стадию четвёртой промышленной революции [98], уменьшить их зависимость от условий окружающей среды. ГМО должно быть направлено на включение ГМИ в автоматизированные бизнес-процессы предприятий, работающих в Индустрии 4.0.

Развитие Интернета, инфокоммуникационных технологий, устойчивых каналов связи, облачных технологий и цифровых платформ обеспечило появление открытых баз данных, глобальных сетей, выходящих за границы отдельного предприятия и взаимодействующих между собой. Это и есть четвёртая ступень индустриализации (Индустрия 4.0), предусматривающая интеграцию данных, сквозную автоматизацию всех этапов обработки данных без непосредственного участия человека. Основными принципами построения Индустрии 4.0 являются совместимость (способность машин, устройств, сенсоров и

людей взаимодействовать и общаться друг с другом); прозрачность (получение максимально полной информации обо всех процессах, которые происходят в промышленных объектах); поддержка принятия решений (помощь руководителям при принятии решений); децентрализация управленческих решений (делегирование некоторых функций принятия решений СППР).

К Индустрии 4.0 относятся разработки безопасных городов, интеллектуальных зданий, самоуправляемых автомобилей, судов, беспилотных самолётов, автоматических производств и т.д. Сложилась парадоксальная ситуация, когда сбор, накопление, прикладная обработка данных, получение климатических обобщений, краткосрочный, долгосрочный и сверхдолгосрочные прогнозы гидрометеорологических условий и изменений климата имеются, а их использование пока не даёт ощутимых бизнес-результатов и не повышает эффективность производственных процессов, что является одним из важнейших показателей Индустрии 4.0.

Принцип получения данных из «одного окна», реализующий самообслуживание руководителей предприятий, уже не устраивает их, так как основная нагрузка на поиск и использование данных ложится на них. А предприятия, зависящие от ГМУ, массово уходят в онлайн, проводят цифровую трансформацию своей деятельности и переходят к практическому использованию идей и подходов Индустрии 4.0. В этих условиях и ГМО должно перейти на новый уровень автоматизации – автоматическую доставку ГМИ, автоматическое использование в бизнес-процессах предприятий, создание интеллектуального информационного пространства для каждого руководителя предприятия. В настоящее время учреждения Росгидромета предоставляют предприятиям информационную продукцию в виде различных утверждённых форм, форматов и состава. Многие задачи потребителей – нестандартные, требуют учёта специфики бизнес-процессов конкретного предприятия, для каждого бизнес-процесса требуются свой состав параметров, уровень их агрегации, свои требования к актуальности данных, частоте наблюдений, заблаговременности прогнозов.

Необходимо начинать не с технологий, а с чёткого определения проблем обслуживания руководителей и способов их решения и как можно более чётких требований к ГМО. Информация для принятия быстрых и обоснованных управленческих решений должна быть легко доступна, поэтому скорость доставки сведений об ОПЯ – одно из важнейших требований многих бизнес-процессов, выполняемых на предприятиях.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений позволяют разрешить ключевой конфликт между сложностью систем и скоростью,

с которой эти системы должны адаптироваться к новым условиям, изменяющимся планам и целям. Если изучаемое предприятие заменяется его цифровым прототипом, то гораздо проще получить обоснованные ответы на вопросы, «что если произойдёт ОПЯ»? С такой системой у предприятия появляется возможность управлять, анализировать возможности и ограничения, оценивать альтернативные варианты функционирования предприятия. Предприятиям нужны инструменты, позволяющие «видеть будущее», лучше – со множеством вариантов решений, и новые способы оценки идей, влияющих на эффективность. Ведь даже самое логичное на момент принятия решение в условиях неопределённости может привести к непредсказуемым результатам.

Методы и решения, предложенные в книге, направлены на решение стратегической задачи Десятилетия ООН, посвящённого науке об океане в интересах устойчивого развития. Это «сохранение жизни людей и уменьшение опасности экстремальных погодных явлений и связанных с ними угроз посредством ускоренного осуществления программы научных исследований и создания вспомогательных комплексных систем раннего предупреждения о различных видах угроз, а также повышения уровня готовности и информированности населения».

Монография представляет интерес для гидрометеорологов, занимающихся обслуживанием потребителей, разработчиков информационно-коммуникационных технологий, а также студентов и преподавателей географических факультетов университетов.

Благодарности. Исследование проведено в рамках программы «Цифровой двойник Каспийского моря», осуществляемой в рамках деятельности МОК ЮНЕСКО, связанной с Десятилетием наук об океане в интересах устойчивого развития ООН (2021 – 2030 гг.).

Уже недостаточно предоставлять хороший метеорологический прогноз или предупреждение, сейчас люди требуют информацию о том, что надо делать для обеспечения их безопасности и защиты их собственности.

Руководящие принципы ВМО по обслуживанию прогнозами и предупреждениями об опасных явлениях с учётом их возможных последствий (ВМО № 1150, 2015).

1 Состояние средств оповещения и использования сведений об опасных природных явлениях

1.1 Используемые системы для оповещения

1.1.1 Общие сведения о проблеме оповещения и использования сведений

Увеличение ОПЯ – это уже неопровержимый факт. Международные организации – Всемирная метеорологическая организация (ВМО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Программа исследований окружающей среды ООН (ЮНЕП), Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО уделяют большое внимание пропаганде современных методов эффективного использования климатических ресурсов. ВМО вносит вклад в достижение следующих целей устойчивого развития [11]:

– обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов для всех – данные наблюдений и информация о гидрологическом цикле, включая водно-болотные угодья, водоносные слои, водохранилища и осадки, жизненно важны для регулирования рационального использования водных ресурсов;

– создание устойчивой к внешним воздействиям инфраструктуры, содействие обеспечению устойчивой индустриализации и внедрению инноваций. ОПЯ могут повредить или разрушить уязвимую инфраструктуру, что приведёт как к экономическим, так и человеческим потерям;

– обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости, устойчивости городов и населённых пунктов; помощь проектировщикам для строительства городов, более устойчивых к воздействию изменений климата;

– принятие мер по борьбе с изменением климата и его последствиями;

– сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития;

– защита, восстановление систем на суше и содействие их рациональному использованию, управление лесами, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия.

Для достижения этих целей необходимы комплексные и должным образом спланированные действия, которые включают мероприятия по повышению осведомлённости в широком спектре, охватывающие руководителей государства, предприятий, общественность, учёных.

В отчёте внеочередной сессии Комиссии по основным системам ВМО отмечается [65], что «большое число происходящих на планете крупных бедствий обозначило необходимость изыскать все надлежащие средства для повышения способности стран-членов ВМО для осуществления подготовки к бедствиям и принятия мер реагирования на них через обобщение практического опыта, приобретённого во время бедствий, при наличии принципиально важного вклада со стороны Национальных гидрометеорологических служб (НГМС)».

ВМО считает главным направлением развития исследований в области климатических изменений адаптацию к ним. Одной из подцелей Всемирной программы исследования климата, выполняемой под эгидой ВМО, является предоставление продукции, направленной на оказание помощи в вопросах планирования и принятия решений по управлению в чувствительных к климату секторах экономики.

Во многих международных и национальных программах развиваются проекты по повышению качества управления промышленными объектами с использованием гидрометеорологической информации для отдельных явлений или отраслей экономики, но часто они ограничиваются только констатацией последствий. В России много внимания уделяется расчёту экономической эффективности ГМО, учёту убытков от ОПЯ [34–37], а за рубежом – использованию климатических сервисов [47, 89, 93, 121, 123] при стратегическом планировании. Необходимость дальнейшего совершенствования ГМО в России в целях повышения готовности, ликвидации последствий ОПЯ и обеспечения

устойчивого развития экономики была подтверждена правительством в виде одобренной «Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учётом аспектов изменения климата)», Распоряжение правительства Российской Федерации № 1458-р от 3 сентября 2010 года. В Стратегии сформулированы три задачи: обеспечить защиту личности и общества от воздействия ОПЯ и изменений климата; предоставить гидрометеорологическую и гелиогеофизическую информацию, а также информацию о состоянии окружающей среды и её загрязнении; организовать ГМО деятельности Российской Федерации в Арктике и Антарктике.

В России в соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации, утверждённой распоряжением Президента Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. №: 861-рп, предусмотрена разработка и реализация федеральных, региональных и отраслевых планов адаптации. В 2019 г. подготовлен «Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата Земли на период до 2022 года» [45]. Для отдельных регионов также ведутся работы в этом направлении. Так, например, в 2015 г. разработана программа действий, охватывающая основные направления охраны окружающей среды для Финского залива и направленная на сохранение биологического разнообразия, здоровья экосистем; повышение эффективности рыбного хозяйства, безопасности мореплавания.

Уже начали разрабатываться стратегии, планы для отдельных территорий, городов. Например, разработана и утверждена Климатическая стратегия Санкт-Петербурга, которая служит основой для решения первоочередных задач в области климатической политики и определяет направления совместных и скоординированных действий органов государственной власти, бизнес-структур, общественных организаций и населения на пути к климатически устойчивому развитию Санкт-Петербурга.

Во Франции составлен национальный план адаптации, который включает перечень действий, описание ситуации, основной исполнитель, партнёры, инструменты, срок выполнения, индикаторы выполнения мероприятий [99]. Есть много работ, в которых рассматриваются организационные вопросы адаптации при изменении климата [17, 28, 73], основы взаимодействия с заинтересованными сторонами в области адаптации к климату [100, 122].

В последние десятилетия правительства многих стран и население перешли от желания знать, «какая будет погода», к желанию знать, «что сделает погода», т.е. какими будут социально-экономические последствия воздействий погодных явлений [1, 74, 80]. И правительства, и население хотят смягчить последствия

бедствий и уменьшить их опасность. «Много людей продолжают гибнуть, а социально-экономические издержки, связанные с ОПЯ, продолжают возрастать, отчасти из-за отсутствия оценки и понимания воздействий и последствий ОПЯ для их благосостояния». «Своевременное гидрометеорологическое предупреждение не гарантирует безопасность жизни и не предотвращает крупное нарушение экономической деятельности» – написано в Руководящих принципах ВМО по обслуживанию прогнозами ОПЯ с учётом воздействий и предупреждений о них [64, 65, 91]. В «Руководящих принципах ВМО по предоставлению прогнозов и предупреждений с учётом возможных последствий» подчёркивается, что НГМС получат пользу при переходе от простого предоставления ГМИ к отражению того, как погода повлияет на жизнь, инфраструктуру и экономику.

Инвестиции в службы раннего предупреждения имеют решающее значение для того, чтобы страны и сообщества могли справиться с проблемой изменения климата, заявил генеральный секретарь ВМО Петтери Таалас, когда Глобальная комиссия по адаптации представила эпохальный доклад об экономических выгодах превентивных действий (https://gca.org/global-commission-on-adaptation/adapt-our-world). Доклад был опубликован в преддверии саммита действий по климату 23 сентября 2019 года, созванного Генеральным секретарём ООН Антониу Гутеррешем в Нью-Йорке, чтобы повысить амбиции и предпринять усилия по осуществлению Парижского соглашения об изменении климата. В докладе комиссии излагается Концепция повышения устойчивости к погодным и климатическим опасностям – таким как наводнения и штормы, которые без систем раннего предупреждения могут стать катастрофами. Адаптация включает в себя сочетание естественных, технических и технологических вариантов, а также социальных и институциональных мер по смягчению ущерба и использованию положительных последствий изменения климата. Адаптация может принести значительную экономическую отдачу: общая норма отдачи от инвестиций в повышение устойчивости является высокой, соотношение выгод и затрат колеблется от 2:1 до 10:1, а в некоторых случаях даже выше. В докладе говорится, что адаптация к изменениям климата может также обеспечить «тройной дивиденд» – она позволяет избежать будущих потерь, даёт положительные экономические выгоды за счёт инноваций и обеспечивает дополнительные социальные и экологические выгоды. В нём также содержится призыв к адаптации, направленной на устранение неравенства в обществе, вовлечение в процесс принятия решений большего числа людей, особенно наиболее уязвимых к воздействию климата https://public.wmo.int/en/media/news/invest-early-warning-deliver-climate-adaptation.

Воздействия зависят от уровня экономического развития, уклада жизни и культурных традиций стран [54], применяемых сервисов [102, 103]. Так, например, на основе анализа таблицы оценок ущерба от экстремальных воздействий погоды и климатических изменений для стран Европейского союза (ЕС) [95, 110] можно сделать вывод, что наибольшие экономические убытки происходят в странах с более развитой экономикой (Германия – 92144, Италия – 61 778, Франция – 60 043 млн евро).

С целью повышения информированности населения Президент РФ В.В. Путин подписал указ N: 1522 от 13.11.2012 г. «О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций». Система работает на федеральном, муниципальном, региональном и объектовом уровнях в составе Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. От системы требуется обеспечить своевременное и гарантированное информирование об угрозе каждого человека, находящегося на территории, где может возникнуть или уже возникла ЧС, а также о правилах поведения и защиты в этой ситуации. Система обеспечивает сопряжение технических устройств, осуществляющих приём, обработку и передачу сообщений об угрозах и правилах поведения в таких ситуациях; использование современных ИТ, электронных СМИ, уличных громкоговорителей и сирен, радио- и телеканалов, а также SMS-сообщений, сопряжённых с центральной системой массового оповещения, для информирования о ЧС. Эффективность системы оповещения во многом зависит от покрытия оповещениями всей зоны проявления ОПЯ, повышения информированности населения о поведении и действиях при ЧС, которую можно повысить посредством более широкого использования интернет-технологий.

Действующее законодательство РФ содержит обязанность всех организаций в установленном порядке распространять информацию о ЧС. Минцифры России подготовило Федеральный закон, закрепляющий механизмы экстренного оповещения операторами потребителей услуг связи об угрозе ЧС, а также информирования о приёмах и способах защиты от их последствий. Элементы системы экстренного оповещения размещаются у операторов связи.

1.1.2 Сбор сведений об ОПЯ

Многие из показателей ОПЯ можно оценить с помощью существующих наблюдательных платформ: гидрометеостанций, метеорологических радиолокаторов, самолётов-лабораторий, беспилотных летательных аппаратов, дрейфующих буёв, спутников, научно-исследовательских судов, судов добровольных наблюдений.

Появились разнообразные миниатюрные датчики для измерения атмосферного давления, влажности, уровня шума, магнитного поля, вибрации, температуры воды и воздуха, а недорогие камеры могут измерять освещённость и солнечную радиацию, передавать ценные изображения. На основе данных, полученных от наблюдателей и датчиков, рассчитываются прогнозы основных параметров (атмосферное давление, ветер, осадки, температура воздуха поверхности земли, влажность) на период до 120 часов.

В России обработка сведений об ОПЯ осуществляется следующим образом. На основе наблюдённых данных в Гидрометцентре России и УГМС Росгидромета строятся синоптические карты, на которых отображаются значения параметров для станций, карты распределения интерполированных параметров в узлы регулярной сетки (анализы). Затем составляется прогноз значений параметров и выявление районов с превышением общих пороговых значений показателей ОПЯ. После подтверждения, выявленного ОПЯ на основе нескольких источников информации, готовится штормовое предупреждение. В последние годы выявление превышения общих пороговых значений показателей производится непосредственно на станциях и постах на основе непосредственных наблюдений. Выявленные сведения об ОПЯ высылаются в коде WAREP в соответствующие организации по каналам Глобальной системы телесвязи (ГСТ). Кроме того, для обеспечения авиации сообщения об ОПЯ составляются и передаются в коде SIGMET.

Росгидромет развивает систему непрерывного мониторинга быстро развивающихся погодных процессов. Эту систему предлагается построить на принципе «эшелонирования» средств обнаружения опасных метеорологических явлений на дальних (100–400 км), средних (50–100 км) и ближних (около 40 км) подступах к Москве. Для этого расширяется сеть доплеровских радиолокаторов и увеличивается количество автоматических метеорологических станций, устанавливаемых вдоль московских кольцевых автомобильных дорог, в том числе на вышках сотовой связи.

В решении 69-й сессии Исполнительного совета ВМО (Женева, Швейцария, 8–17 мая 2017 г.) записано: «Инициировать разработку руководства по обслуживанию прогнозами и предупреждениями с учётом возможных воздействий и последствий, содержащего описание практических шагов и процедур, отражающего опыт и уроки, извлечённые с момента публикации Руководящих указаний ВМО по обслуживанию прогнозами и предупреждениями об ОПЯ, для дальнейшего оказания содействия странам-членам ВМО». Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания (ГРОКО) определяет такие услуги, как предоставление климатической информации, чтобы помочь отдельным лицам

и организациям принимать обоснованные решения [7, 47, 60, 65]. Дорожная карта Европейской комиссии по климатическому обслуживанию описывает преобразование климатических данных вместе с другой соответствующей информацией в специализированные продукты и любую другую услугу в отношении климата, которая может быть полезна для общества в целом» [109].

1.1.3 Выдача предупреждений

На основе полученной информации об ОПЯ в коде WAREP и штормовых предупреждений от Гидрометцентра России и УГМС производится доведение этой информации до руководителей предприятий с помощью существующих средств связи (телефон, факс, ТВ, электронная почта, веб-сайты). Ведутся исследования по созданию более современных средств доведения штормовой информации. Например, система раннего предупреждения о метеорологических угрозах (сильный ветер, сильная жара, сильные морозы, снегопад и дождь) «Светофор» разрабатывается в Гидрометцентре России» [62]. Компания «СИНОП» (http://www.pcweek.ru/idea/news-company/detail.php?ID=173024) совместно с Гидрометцентром России объявила о выводе на рынок первой российской автоматизированной информационной системы метеорологического мониторинга и прогноза погоды для бизнеса. Система обеспечивает автоматическое формирование детального прогноза погоды с заблаговременностью до одной-двух недель в произвольной географической точке. Автоматически, на основании введённых потребителем данных о типах и показателях ОПЯ формируются прогностические карты погодных рисков.

Компания «ВымпелКом» («Билайн Бизнес») разработала средство «Умное оповещение», позволяющее отправлять SMS-предупреждения не только тем людям, которые в момент ЧС реально находятся в её зоне, но и предупреждать тех, кто намерен прибыть в данную зону. В отличие от ранее созданных систем «точечного» SMS-информирования абонентов это решение позволяет отслеживать количество граждан, уже находящихся в зоне ЧС (например, рыбаков на льду во время зимней рыбалки, туристов в странах, где произошла природная катастрофа). С помощью веб-интерфейса можно автоматически выявить целевых абонентов и направить им соответствующую информацию (http://www.cnews.ru/news/line/index.shtml?2014/05/22/572960).

Компания «Мегафон» запустила комплексное решение «Онлайн-мониторинг воды» (https://www.cnews.ru/news/line/2020-06-25_megafon_zapustil_reshenie). Оно позволяет службе «Водоканал» в режиме онлайн получать детальную информацию

о работе объектов и упростить контроль качества воды. Решение «Мегафона» позволяет на базе Интернета «вещей» объединить в одну систему разные приборы учёта и дистанционно собирать данные о разных участках производственного цикла в единый ситуационный центр. Используя это решение, можно в круглосуточном режиме контролировать объёмы поставки воды, видеть падение давления в трубах, оперативно выявлять прорывы, неправомерные подключения и хищения, а также осуществлять охрану инфраструктурных объектов. Онлайн-мониторинг качества воды позволяет оценивать её состояние, качество её очистки на фильтровальных станциях, осуществлять повышенный контроль очистки сточных вод. Насосным станциям помогает автоматически поддерживать уровень воды, дистанционно управлять оборудованием и увеличивать его ресурс. Сотрудник службы «Водоканал» получает всю информацию в личном кабинете сервиса, может там же формировать экономические и технические отчёты для сбытовых организаций, отслеживать даты поверок приборов, передавать данные в расчётную систему предприятия. Уведомления о любых нештатных ситуациях оперативно поступают в эту службу с помощью SMS и электронной почты.

Большую помощь при принятии решений оказывают геоинформационные системы (ГИС). Компания Dewberry разработала ГИС-приложение TerraGo GeoPDF, которое позволяет получать данные из ГИС Hurricane Evacuation Studies всем лицам, задействованным в ликвидации ЧС, в том числе и с помощью мобильных устройств. ГИС использует данные системы мониторинга состояния гидрометеорологических условий и анализа климатических изменений. Инструмент передаёт данные, обработанные в ГИС, непосредственно полевым работникам, другим лицам и организациям, которые могут не иметь доступа к возможностям ГИС. Возможности TerraGo GeoPDF позволяют получать географические данные с помощью мобильных устройств, а также обмениваться картами и снимками. GeoPDF даёт возможность компилировать несколько слоёв в одном формате PDF, вставлять координаты, гиперссылки и просматривать различную информацию.

Министерство внутренних дел США запустило ГИС, которая помогает федеральным, региональным и местным органам власти подготовиться к наступлению ЧС. ГИС под названием Interior Geospatial Emergency Management System (IGEMS) позволяет непрерывно вести мониторинг и анализ развития ОПЯ. Информация представлена в геопространственном виде, то есть справочные данные, базовые карты сопряжены с текущей информацией, поступающей в режиме, близком к реальному времени. Система IGEMS (http: //www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2014/01/28/558061) использует данные из различных

государственных учреждений, таких как Геологическая служба, НГМС и других авторитетных источников, которые имеют непосредственный доступ к информации об ОПЯ. Появилась возможность интегрировать эту разнородную информацию, обеспечить доступ к важным данным широких слоёв населения. Веб-сервис IGEMS для мониторинга ОПЯ может запускаться на смартфонах и имеет три базовые карты: обычную административную, карту улиц и спутниковую версию карты. Различные информационные слои позволяют видеть на карте информацию о приближающихся наводнениях, ураганах, границах лесных пожаров, зонах извержения вулканов, районах землетрясений и т. д. Сила стихии отображается как соответствующими показателями ОПЯ, так и цветом уровня опасности.

Система XtremeGIS (http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2013/10/01/545015) использует информацию метеорологического веб-сервиса AccuWeather, который позволяет вести мониторинг движения штормов и оценивать осадки в конкретных регионах. Программное обеспечение XtremeGIS использует геосервис ArcGIS Online и аналитический инструмент от фирмы Esri. В результате, XtremeGIS может указать, какие офисные здания, производственные площадки, логистические центры розничной торговли и транспортные узлы могут оказаться под угрозой шторма. Это позволяет своевременно принять меры по эвакуации персонала и защите имущества. В настоящее время доступны три компонента XtremeGIS – шторм, наводнения, оповещение. Через службу подписки потребители могут использовать ArcGIS Online для создания карт с дополнительными слоями конфиденциальной информации, например адресами офисов, клиентов, границами обслуживаемых территорий.

Программное обеспечение IWSAlerts фирмы AtHoc (http://demo.athoc.com) реализует требования стандарта на организацию унифицированной IP-системы информирования о ЧС. Программа позволяет рассылать оперативные сообщения сотрудникам через персональные компьютеры, мобильные устройства, телефоны и системы громкого оповещения.

В документах [47, 111, 112, 115, 122] представлены методы оценки риска для политиков, СМИ, специалистов по разработке инструментов, ресурсов и шаблонов, необходимых для эффективной выдачи предупреждений, создания информационных продуктов, развития обмена знаниями между странами, создания политической поддержки, улучшения представления информации о климате и погоде, разработки соответствующих рекомендаций для государственных служб. Инструментарий объединяет лучшие практики, определяет роли персонала, необходимые для создания интегрированных коммуникаций. Здесь

же предложен подход по повышению осведомлённости населения и руководителей предприятий, который основан на:

– ранних предупреждениях об ОПЯ, в которых содержатся не только сведения об ОПЯ, но и прогноз их возможных воздействий на население и предприятия;

– краткосрочных и долгосрочных прогнозах погоды, в том числе возможных ОПЯ;

– поддержке коммуникаций по проблеме обеспечения своевременной готовности населения и руководителей предприятий;

– координации работ между различными агентствами (СМИ, службы спасения, предприятия министерств, зависящие от погоды и изменений климата).

В ВМО создан глобальный узел оповещения (http://alert-hub.appspot.com/publishers), который доставляет сообщения об ОПЯ, поступающие из официальных источников, зарегистрированных в «Международном реестре органов оповещения» (http://www.wmo.int/alertingorg). Целью создания такого узла является расширение глобального доступа к официальным оповещениям об угрозах любых ОПЯ. Узел оповещения удовлетворяет ключевым требованиям доступности, надёжности, авторитетности, подлинности, обратной связи и безопасности. Оповещения, доступные через этот узел, остаются продукцией источника оповещения; сам же узел не выпускает оповещения, а лишь содействует их распространению. Такой узел является дополнительным механизмом осуществления принципа «единого официального источника».

Для форматирования официальных оповещений об угрозах компания Google предложила использовать стандарт Common Alerting Protocol (CAP, https://ru.qwe.wiki/wiki/Common_Alerting_Protocol, ITU X.1303) [107] для своевременной доставки и публикации оповещений об ОПЯ (https://drive.google.com/file/d/1L1w5XkQfGoghXpAW2-zCxI1uq1N1cd7k/view. CAP-сообщение включает название ОПЯ, где проявляется, когда достигнет максимальной силы, перечень возможных воздействий, вероятность проявления, рекомендации по принятию решений, чтобы смягчить воздействие. За счёт задания многоугольника или круга, определяющих зону угрозы, компьютер сможет оповестить всех людей, которые находятся в этой зоне. При этом могут использоваться сотовые телефоны, онлайн-сервис Google, онлайн-реклама, цифровые рекламные щиты, приложения на смартфонах «Красный Крест» или «Мобильный спасатель» (Россия). НОАА США публикует новостную ленту CAP для каждой «зоны прогноза». Это несколько тысяч новостей, которые объединены в одну ленту федеральных новостей США. Во многих странах уже есть национальные новостные ленты CAP (https://www.alert-hub.org/). Национальные новостные ленты CAP стали

агрегатами новостных лент CAP для 2000 крупных городов мира. А каждый город может иметь новостные ленты CAP для различных органов управления, таких как полиция, пожарная служба, здравоохранение, транспорт и другие. ВМО создала международный реестр органов оповещения именно для этой цели. В реестре перечислены органы оповещения, назначенные национальными правительствами.

GeoRSS-лента новостей со сведениями об ОПЯ представляет серию предупреждений, которые должны формировать территориальные управления Росгидромета по своей зоне ответственности. Гидрометцентр России объединяет новостные ленты от УГМС и формирует национальную ленту на английском и русском языках для основных субъектов Российской Федерации. Национальные ленты представляются в Глобальный центр оповещений ВМО.

1.1.4 Имеющиеся ИТ-сервисы для предупреждения об ОПЯ

В мире имеется достаточно много сервисов, которые могут помочь руководителям предприятий, населению в период прохождения ОПЯ. Например, сервис SAFEPORT обеспечивает безопасность движения судов в порту Дублин. Система находится в эксплуатации с 2013 г. (https://www.cnews.ru/news/top/evropa_investirovala_70_mln_evro_v).

Бесплатные сервисы могут быть полезны не только с точки зрения повышения качества туристических услуг или поиска друзей, но и при проведении спасательных операций по поиску пропавших туристов. К ним относятся: сервис INCLUSION, помогающий ориентироваться в пространстве людям с ограниченными возможностями; сервис ASPHALT для высокоточной укладки дорожного покрытия; сервис SCUTUM для контроля над перемещением опасного груза; сервис COSUDEC для контроля прибрежных вод.

Международная страховая компания Guy Carpenter&Company запустила сервис GC CAT-VIEWSM (http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2014/02/28/562660), который использует геопространственные аналитические инструменты для оценки ущерба, причинённого ОПЯ, например наводнениями. Пострадавшим от наводнения необходимо как можно быстрее выделить материальную помощь, но государственные службы и страховые компании испытывают трудности с адекватной оценкой суммы выплат, поскольку необходимо учесть много факторов и провести огромную работу, связанную с выездами на места катастрофы. Сервис CAT-VIEWSM предназначен для специализированного анализа данных, полученных с помощью спутников, пилотируемых и беспилотных авиационных платформ, социальных сетей, сообщений СМИ, докладов

полевых работников и других источников. Система способна анализировать изображения, сравнивать данные за разный период времени и определять ущерб, нанесённый стихией. Основное преимущество CAT-VIEWSM – это скорость первоначальной оценки убытков. Владельцы испытывают серьёзные трудности, ожидая на руинах своей собственности страховые и прочие компенсационные выплаты. Новейшие технологии анализа изображений, используемые в системе CAT-VIEWSM, предоставляют надёжные данные о состоянии застрахованной собственности, что позволяет в считанные дни подготовить информацию, необходимую для выплаты первых компенсаций. Сокращение времени оценки ущерба позволяет быстрее приступить к восстановлению разрушенного региона. Система активно использовалась для оценки ущерба от масштабного наводнения в Великобритании, вызванного затяжными штормами и проливными дождями (ноябрь 2013 г. – февраль 2014 г.).

Создатель системы определения местоположения судов (AIS) – компания exactEarth – объявила о создании совместно с производителем оборудования SRT Marine Technology новой системы мониторинга местоположения малых судов ABSEA и запуске сервиса exactAIS Trax (http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2014/05/27/573341). Этот продукт позволяет решить проблему слежения за миллионами небольших судов на просторах Мирового океана, которые непрерывно подвергаются воздействию ОПЯ, и они требуют постоянного информирования о возможных угрозах. С помощью новых устройств ABSEA AIS и сервиса exactAIS Trax можно обеспечить высокую точность определения местоположения этих судов. В основе новой системы лежит технология ABSEA, которая впервые использует для спутникового мониторинга маломощные приёмопередатчики. Небольшие передатчики AIS не требуют мощных источников питания, проводных соединений и каких-либо других модификаций судна.

1.1.5 Использование сведений об ОПЯ

Кроме автоматизации сбора и доведения сведений об ОПЯ до руководителей предприятий, требуется автоматизация использования этой информации у них. Отдельные решения по автоматизированному использованию данных о состоянии окружающей среды применяются достаточно давно. Так корпорация IBM усовершенствовала технологию прогнозирования энергопотребления и моделирования погодных сценариев, которая помогает муниципальным предприятиям повысить надёжность систем электроснабжения, работающих на возобновляемых источниках энергии. Решение объединяет технологию прогнозирования

погоды и аналитические средства для точного расчёта поступления ветровой и солнечной энергии. Система гибридного прогнозирования возобновляемой энергии (Hybrid Renewable Energy Forecasting, HyRef) использует возможности моделирования погодных сценариев, облачную технологию обработки изображений, а также камеры наблюдения за движением облаков в масштабе времени, близком к реальному. Датчики, установленные на ветрогенераторах, осуществляют мониторинг температуры воздуха, скорости и направления ветра. Дополнительно могут предоставляться местные прогнозы погоды для конкретной ветроэлектростанции на месяц вперёд, а также на каждые 15 минут. Помимо этого, HyRef позволяет прогнозировать производительность отдельного ветрогенератора и вести подсчёт количества сгенерированной возобновляемой энергии, используя данные о локальном прогнозе погоды. Такое решение предоставляет муниципальным предприятиям усовершенствованные возможности управления постоянно меняющейся энергией ветра и солнца, а также прогнозирование поступления энергии для последующего хранения или использования в единой электросети (http://www.pcweek.ru/idea/news-company/detail.php?ID=153377).

Программный продукт «БАРС Ситуационный центр» предназначен для центров управления кризисными ситуациями регионов и городов, диспетчерских и экстренных служб, а также силовых структур (МЧС России, МВД России, ФСБ, ГИБДД и др.). Его задача – оперативное информирование, помощь в предотвращении инцидентов и выходе из кризисных ситуаций. Благодаря возможностям межведомственного взаимодействия и объединению информации из существующих в регионе систем программный продукт позволяет построить полную и объективную картину сложившейся ЧС. Ключевые тренды в сфере ситуационных центров – это визуализация аналитической информации, интеграция данных из различных информационных систем (ИС), вовлечение экспертов в принятие решений в режиме онлайн. Продукт содержит базу паспортов опасных объектов и паспортов безопасности административно-территориальных единиц с картографической привязкой. На основании собранных данных система позволяет проводить комплексный анализ разных источников информации, прогнозировать возможность возникновения ЧС, моделировать развитие и последствия ОПЯ. Она предоставляет широкие возможности визуализации процессов мониторинга и результатов анализа в виде отчётов, диаграмм, графиков, интерактивных карт. Также можно проводить оценку возможных зон поражения при ЧС, количества жертв и дислокации сил и средств, необходимых для ликвидации последствий ЧС. В основе программного продукта лежит аналитическая платформа, способная работать с различными источниками

неструктурированной информации, данными оперативного мониторинга, а также с пространственными данными, в том числе с космоснимками. Для повышения эффективности и удобства работы с системой разработано мобильное приложение, которое позволяет фиксировать ЧС и оперативно направлять фото-, видео- и аудиоинформацию в диспетчерскую, а также использовать накопленную информацию по объектам, инфраструктуре и статистике для работы на месте ЧС при проведении превентивных мероприятий.

Министерство внутренних дел Японии разработало систему, которая более эффективно оповещает жителей о планах эвакуации во время природных катастроф, например наводнений и оползней. В системе собираются статистические данные о различных ОПЯ и информация из социальных сетей. Эти данные позволят предоставлять более точную и персонализированную информацию, основанную на местонахождении предприятия и уровне опасности бедствия. Во время таких крупных катастроф, как цунами и землетрясения, спасатели в ходе эвакуации могут использовать геолокационную информацию со смартфонов и других мобильных устройств. Распространение информации правительства происходит как через традиционные каналы оповещения (радио и ТВ), так и через Интернет, мобильные сети.

Информационно-диагностическая система для оценки риска возникновения быстроразвивающихся паводков создана для небольших водотоков в бассейнах крупных рек (разработана Гидрологическим исследовательским центром в Сан-Диего, Калифорния, США). Она даёт оценку объёма осадков за указанный период времени в пределах бассейна, которая требуется для того, чтобы вызвать паводок в пределах водосбора. Система учитывает осадки, которые уже выпадали на данном водосборе, предыдущее состояние водосбора и может рассчитать объём дополнительных осадков, которое необходимо для того, чтобы вызвать паводок. Результаты работы системы используются для подготовки предупреждения о быстроразвивающемся паводке. Система используется в течение многих лет в НОАА США.

Корпорация IBM и ирландский Институт изучения моря создали информационную систему SmartBay (https://www.smartbay.ie/), предназначенную для наблюдения за характером волн, жизнью морских обитателей и уровнем загрязнения залива Голуэй на западе Ирландии. Система в режиме реального времени обрабатывает тысячи значений показателей, анализ которых должен помочь людям грамотно регулировать состояние окружающей среды и способствовать дальнейшему развитию туризма, рыболовства и аквакультуры залива. Реализация проекта, обеспечивающего автоматизированный сбор всей необходимой

информации, позволяет оперативно реагировать на возникновение опасности наводнения и загрязнения окружающей среды, а также на угрозы, связанные с изменением климата. Рыбаки смогут оперативно получать информацию о погодных условиях и отправлять сообщения об объёме улова и ориентировочном времени своего прибытия в порт. Система способна выявлять крупные плавающие обломки, представляющие потенциальную опасность для рыболовных судов.

Центр Pacific Tsunami warning Center (PTWC) разработал приложение для передачи SMS-сообщений и структуру короткого сообщения, в котором даётся предупреждение о возможной волне цунами. SMS-сообщение содержит следующую информацию: имя системы; источник, посылающий сообщение; тип сообщения (предупреждение, отмена, бюллетень); дата, время события; дата время посылки сообщения; широта, долгота, страна, географическое размещение.

В ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» ведутся работы по автоматическому выделению ОПЯ из потока наблюдённых оперативных данных (СИНОП, ШИП и др.) для последующей автоматической передачи на интернет-устройство в виде SMS-сообщения [14].

1.2 Трудности использования информации об окружающей среде

Информация, предоставляемая организациями Росгидромета, в большинстве своём предназначена для специалистов и содержит технические детали, которые затрудняют реальное использование информации. Например, когда на море начинается шторм, руководителю не важно, какая температура воздуха или атмосферное давление, ему важно знать, что может произойти на объекте, ему нужно оперативно выбрать правильное решение в связи с высокой высотой волн.

С ростом сложности промышленных объектов, подвергаемых ОПЯ, способность делать точные и содержательные выводы у руководителей этих объектов уменьшается. Во многих случаях она уже достигла предела, за которым сложность объекта управления, точность в оценке его состояния и практическая ценность управляющих решений стали несовместимыми. Этот вывод становится более справедливым и понятным, если учесть малую повторяемость ОПЯ, временные ограничения, накладываемые на принятие решений.

История хранит много примеров, когда отсутствие, или несвоевременное, или неграмотное использование информации о приближающихся ОПЯ являлись

причинами гибели кораблей, десятков и сотен тысяч людей, проигранных морских сражений. Ещё в 1963 году в [84] отмечалось: «В ряде случаев сведения, приводимые в пособиях, устарели. Лишь в отдельных из них использован практический опыт … Необходимо, чтобы участники ГМО представляли себе ясно, что в такой работе целью являются практические выводы, прикладные методы и рекомендации». То есть потребность в рекомендациях была высказана ещё в шестидесятые годы.

Главной причиной увеличения убытков является развитие и усложнение управления экономикой стран, особенно транспортных систем, сельского хозяйства, жилищно-коммунального хозяйства и других объектов, чувствительность которых к ОПЯ значительно возросла. Усиление зависимости человечества от ОПЯ объясняется также:

– интенсивным освоением шельфов морей для добычи нефти, газа и других полезных ископаемых;

– строительством новых крупных, дорогостоящих объектов (танкеров, буровых платформ, самолётов);

– разбросанностью информации по различным источникам – лоциям, атласам, справочникам, строительным нормам и правилам (СНиП) [4, 44, 76, 77];

– большим объёмом представляемых руководителям предприятий данных и информации;

– отсутствием автоматических методов постоянного учёта показателей ОПЯ для принятия решений;

– повышением требований к качеству, объёмам и способам предоставления информации руководителям предприятий.

Плохое использование информации можно объяснить следующим. Информация для принятия решений представляется руководителям в виде множества экранных форм, разобраться в которых за разумное время трудно. Из-за большого объёма информации руководители не в состоянии с достаточной быстротой реагировать на изменения условий среды. Это приводит к тому, что многие руководители неэффективно используют предоставляемую им информацию. Руководители, с одной стороны, не учитывают информацию при принятии решений, а с другой – достаточно часто неудавшиеся решения оправдывают плохими условиями окружающей среды. Кроме того, руководители заняты своими основными обязанностями и не хотят тратить время на анализ ситуации, связанной с ОПЯ.

Органы государственного управления не всегда вовремя реагируют на прогнозы ОПЯ, поэтому необходимо организовать принудительное их оповещение

всеми возможными способами, в том числе мобильными интернет-устройствами [14, 51].

Многообразие, взаимосвязь и непрерывные изменения (регулярные и нерегулярные) условий окружающей среды, влияющих на объекты экономики, создают значительные трудности при принятии решений. Количество осадков прогнозируется на регулярной основе, а вот прогноз селей оценивается только как повторяемость этих явлений в том или ином районе при выпадении определённого количества осадков. Необходим комплексный прогноз возможных природных явлений и сопутствующих им воздействий, проявляющихся как «эффект домино».

Многие люди боятся землетрясений, цунами, но повышение уровня Мирового океана – процесс куда более глобальный, разрушительный и необратимый, несмотря на то, что уровень воды повышается медленно. При определённом значении повышения уровня океана изменится система глобальных течений, особенно приливных, что может привести к значительному изменению значений уровней приливов. То есть ожидаемые значения глобального повышения уровня моря на 0,5 – 1,0 м могут превратиться в некоторых районах в 5 – 10 м за счёт увеличения высоты приливов, связанной с изменениями береговой черты и глубин заливов и бухт. А это уже катастрофа для некоторых особенно густонаселённых районов, что может привести к переселению народов, перемещениям материальных и финансовых ценностей, заводов и прочего. Наши города не в состоянии выдержать многие катастрофы, не имеют климатической устойчивости дома, городские районы и вся инфраструктура городов в целом. В практику должны быть введены перечни рекомендаций с указанием последовательности действий руководителя в различных ситуациях, связанных с ОПЯ, включая изменения климата.

Ещё одним барьером в использовании знаний является следующее. Организации теряют знания, накопленные в период ОПЯ, когда отдельные руководители среднего звена увольняются, а высшее руководство слишком поздно обнаруживает, что бизнес-процессы, которыми эти работники управляли, не документированы. Часто просто не известно, кто обладает необходимыми знаниями по подготовке производства к работе в период ОПЯ. Отличительной чертой современного развития управления предприятиями является сокращение «периода полураспада знаний», то есть времени, в течение которого руководители остаются на одном рабочем месте. В результате накопленные ими знания теряются, так как каждый работник уносит с собой частичку коллективной компетентности и знаний. Знания, накапливаемые годами и стоящие немалых средств,

не аккумулируются, оказались неуправляемыми, незащищёнными и используются не в полном объёме – применяются только самые общие тривиальные знания о поведении сотрудников и населения в период ОПЯ. Для новых руководителей период приобретения опыта довольно длителен. Тратится время на приобретение нового опыта, который уже был ранее известен. Качество оформления накопленного опыта также оставляет желать лучшего, невозможно перенести этот опыт на другие объекты и сделать его достоянием всех руководителей, так как не проведена классификация ситуаций, возможных воздействий и рекомендаций. Для успешного управления знаниями необходимо создать среду, в которой руководители могли бы обмениваться опытом, консультировать друг друга. Руководители предприятий не уделяют внимания имеющимся знаниям и способам наиболее эффективного их накопления, использования и повторного применения, так как не обладают методами их формализации, хранения в структурированном виде на электронных носителях и дальнейшего поиска.

В США созданы сайты Ready на английском (https://www.ready.gov/) и испанском (http://www.Listo.gov) языках, на которых можно найти информацию о подготовке к ОПЯ. В России имеется приложение «Мобильный спасатель», в котором имеются краткие рекомендации по поведению в случае ОПЯ (https://53.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/poleznaya-informaciya/prilozhenie-mobilnyy-spasatel-v-tvoem-telefone). К сожалению, информация на таких сайтах и в приложениях плохо формализована, рассчитана только на население, не структурирована по видам деятельности предприятий, уровням принятия решений, уровням опасности (жёлтый, оранжевый, красный – «светофор»).

Сами по себе штормовые оповещения и предупреждения, выдаваемые Росгидрометом в соответствии с [25, 57, 61], не уменьшают количество жертв и ущерб от ОПЯ, не снимают ответственности с руководителей за принятие решений. Они только помогают руководителям понять факт проявления или прогноза явлений.

Отечественный и зарубежный опыт [68] показывают, что ущерб от ОПЯ связан не столько с отсутствием возможности предотвратить их последствия, сколько с неинформированностью и недостаточным учётом всей имеющейся информации. Руководители уже не могут вникнуть во все решаемые задачи, а исполнители не знают или не хотят видеть всю проблему. Нет научно обоснованных представлений о необходимости и достаточности информации для принятия превентивных мер (перечень явлений, воздействующих на объекты экономики, локальные пороговые значения отдельных показателей, точность

и заблаговременность прогнозирования, степень распространения отдельных явлений во времени и пространстве, возможные воздействия, рекомендации). Тот факт, что руководители не заявляют серьёзных претензий по этому поводу, ещё ни о чём не говорит, поскольку они порой и не представляют, как можно использовать ту или иную информацию. Мало изучены связи экономических результатов деятельности предприятий с изменениями состояния окружающей среды. Для подготовки решения необходимо провести анализ вариантов возможных решений, связанных с различными ОПЯ, пространственно-временными масштабами обобщения данных, видами деятельности, выполняемыми на предприятиях. В настоящее время руководители не всегда эффективно используют информацию об ОПЯ и часто действуют, полагаясь на интуицию, что не всегда оказывается правильным.

Регионы, где возможны ОПЯ, недостаточно делают для спасения населения и уменьшения убытков. Это и понятно: надежда на лучший исход, нехватка средств для предупреждения катастроф, пассивность людей, которые не спешат покидать «насиженные» места, не позволяют эффективно воспользоваться прогнозами. Имеются многочисленные примеры (пожары в Сибири в 2019 г., наводнения в Крымске в 2012 г., на Амуре – в 2013 г. и др.) того, когда ОПЯ были вовремя спрогнозированы, однако их воздействия не учитывались и/или были недооценены, или реагирование на этот прогноз было неадекватным.

Большое число происходящих на планете крупных бедствий чётко обозначило необходимость изыскать надлежащие средства для повышения способности стран-членов ВМО осуществлять подготовку к бедствиям и принимать меры реагирования на них через обобщение практического опыта, приобретённого во время произошедших бедствий при наличии принципиально важного вклада со стороны НГМС [92]. ВМО выпустило Технический регламент, с помощью которого осуществляется метеорологическое обслуживание населения [70] и Руководство по обслуживанию [64].

Учёт возможных воздействий (последствий) ОПЯ становится фактором, определяющим конкурентоспособность бизнеса. Некоторые люди погибают при попадании в ОПЯ только потому, что они пропустили своевременно переданное предупреждение о том, что им угрожает опасность. Это может произойти как в развитых районах страны, так и вдали от родины.

Если мы знаем о возможных изменениях климата, прогнозе ОПЯ, а также возможных воздействиях на промышленные объекты, то можно заранее к этому подготовиться, продумать свои действия, предпринять грамотные шаги, которые уменьшили бы эти воздействия. В последние десятилетия выпущено

много книг, памяток, инструкций [4, 10, 18, 22–24, 90, 101], в которых даются рекомендации по поведению в различных опасных ситуациях, включая ОПЯ. К сожалению, использовать их очень трудно. Во-первых, информация разбросана по множеству источников, во-вторых, не формализована, не систематизирована, а в-третьих, не разделена на действия до, в период и после явления.

Прежде чем применить знание, представленное в книге, инструкции, человек должен найти его и интерпретировать для решения конкретной задачи. Тем самым затрудняется и замедляется процесс подготовки решения, в то же время на практике использование знаний и принятие решений должно происходить сразу же после получения исходной информации, т.е. в реальном масштабе времени. Кроме того, в традиционных формах хранения знаний затруднён процесс изменения и введения новых знаний. Необходимо собрать, систематизировать, классифицировать и представить эти материалы для автоматизированного использования. А главное, надо ещё формализовать бизнес-процессы, которые определяют организацию работ по увеличению безопасности населения и промышленных предприятий, начиная от выявления ситуаций, связанных с превышением пороговых значений параметров среды, и заканчивая принятием решений по адаптации на основе текущих, прогностических и климатических значений параметров. То есть должны быть замкнуты процессы мониторинга фактических и прогностических гидрометеорологических условий; выявления и выдачи предупреждений об ОПЯ; прогноза возможных воздействий; оценки ущерба; подготовки решений; расчёта стоимости превентивных мероприятий; выбора мероприятия из альтернативных решений; выполнения превентивных мероприятий; анализа и оценки выполнения мероприятий после ОПЯ; стратегического планирования.

Ущерб от ОПЯ в значительной степени обусловлен самими людьми. Объясняется это следующим. Продолжает углубляться серьёзный разрыв между имеющимися научными знаниями и их практическим применением. Иногда, даже тривиальные рекомендации, выданные заранее, всё же полезнее, чем невежество при выработке конкретных мероприятий в периоды до, в момент и после ОПЯ. Цена победы в борьбе с ОПЯ – стоимость превентивных мероприятий до и в период ОПЯ, а также затраты на аварийно-спасательные работы. Цена поражения – убытки, понесённые промышленными предприятиями и населением в виде простоев предприятий, оборудования, уменьшения выпуска продукции и т.п. Например, в докладе Пентагона сообщается: «Природа разрушит 2/3 военных баз в США в течение ближайших лет». Доклад только констатирует будущие разрушения, но не сообщает, какой примерно ущерб

будет нанесён американским вооружённым силам, и не предлагает никаких действий, нужных для уменьшения этого ущерба (https://zen.yandex.ru/media/id/5ab1fe8de44a9438327dd11c/priroda-razrushit-23-voennyh-baz-v-ssha-v-techenie-blijaishih-let-doklad-pentagona-5c430b188ff8fa00afb4e06f).

Следует различать три вида плохого учёта информации: первый, когда необходимая информация не наблюдается (не регистрируется) в том или ином районе; второй – не доводится до руководителей из-за отсутствия схемы переработки и доведения в сроки, необходимые для принятия решений; третий – информация не используется из-за невозможности выбрать оптимальное решение или просто игнорируется.

Первого случая можно избежать путём развития автоматических информационно-измерительных систем (ИИС). Каждая ИИС должна быть включена в автоматическую схему сбора, доведения и предоставления данных на экране руководителя.

В связи с бурным развитием информационно-коммуникационных технологий практически не существует проблем доставить информацию о состоянии среды в любое место, в любое время суток, по любому району, по любым наблюдаемым, аналитическим, прогностическим и климатическим значениям показателей, на любое интернет-устройство.

В некоторых случаях можно застраховаться от ущерба. Но так как руководители часто не знают некоторых воздействий ОПЯ на конкретное предприятие, то фактически сами страховщики определяют риски за своих клиентов, и, таким образом, страховка распространяется либо на отдельные объекты, либо не включает все возможные последствия ОПЯ. А вот прогноз возможных воздействий, определение зон риска [19], требующих страхования – всё это должны определять сами руководители, собственники имущества. Согласно докладу рабочей группы по климатическим изменениям, созданной под эгидой ООН, «11 крупнейших страховых компаний мира уже сталкивались со страховыми случаями, которые отличаются от исторического опыта и данных и ожидают, что этот тренд лишь укрепится в будущем». Менее половины кредиторов, для которых «оценка кредитного риска и должная осмотрительность являются основными элементами», сообщают, что риски, связанные с изменениями климата, влияют на их кредитные операции в настоящее время. «Расширенная и более прикладная информация о климате имеет высокую экономическую ценность для финансового сектора в целом», – говорится в докладе. Например, перед приближением ураганов энергетические компании США эвакуируют морские объекты, приостанавливают работу нефтеперерабатывающих заводов на побережье

Техаса и Луизианы, что приводит к временному поднятию цен на нефть. В то же время «без информационной прозрачности заинтересованные стороны в частном и государственном секторе не смогут выработать экономически эффективные ответные меры по адаптации к изменению климата и управления рисками». Марк Фултон, советник Deutsche Bank по вопросам изменения климата, заявил: «Это исследование подтверждает, что частному сектору для того, чтобы стать реальным катализатором адаптации, необходима объективная и достоверная информация» (Финансовый сектор не готов к глобальному потеплению. 28 января 2011, http://fin.gismeteo.ru/news/article248B9/default.asp). Глобальные вопросы оценки риска рассматривались на Мировом экономическом форуме в 2019 году.

Для оценки риска можно использовать базу данных (БД) сведений об ОПЯ, принёсших ущерб экономике, за 30-летний период [34 – 36].

Предупреждения об ОПЯ не всегда воспринимаются всерьёз, а если и воспринимаются, то люди не всегда выполняют превентивные мероприятия, чтобы избежать надвигающейся опасности – они просто не способны к таким поступкам или их что-то сдерживает. Так, наблюдаются попытки автолюбителей игнорировать SMS-сообщения от МЧС России об ожидаемых ОПЯ. Водитель получил на телефон сообщение: «В Москве ожидается дождь, гроза с усилением ветра до 15–17 м/с. Не укрывайтесь и не паркуйте автотранспорт под деревьями и шаткими конструкциями. Будьте внимательны и осторожны». Если водитель получил сообщение, но припарковал в этот день автомобиль под деревом – сознательно подставил своё имущество под удар «обстоятельств непреодолимой силы», значит он сам виноват, – страховка не положена (https://subscribe.ru/digest/inet/review/n235288953.html). В этой ситуации есть и вина Гидрометцентра России, который пока не может выдавать прогноз на конкретное поселение (или район Москвы). Да, усиление ветра было, но не во всех поселениях региона. Такие сообщения необходимо посылать персонально с уточнением прогноза до поселения и времени с заблаговременностью хотя бы до одного часа. С помощью современных радиолокационных станций (ДМРЛ-С) можно уже прогнозировать атмосферные осадки, прохождение фронтов, а с ними – и усиление ветра. Только такой прогноз позволит улучшить ситуацию с выплатами по страхованию машин от падений деревьев, не связанных со штормовой погодой.

Выявление ОПЯ производит синоптик на основе наблюдённых данных и телеграмм, получаемых с пунктов наблюдений, и таблицы общих пороговых значений параметров. Сейчас есть возможность автоматически выделять опасные явления на основе локальных пороговых значений показателей.

Современные средства позволяют провести автоматическую диагностику гидрометеорологических условий (ГМУ), которые являются предвестниками возникновения явления, регистрацию фактов возникновения, анализ их развития, идентификацию районов, наиболее подверженных риску возникновения явления на основе показателей опасности. Для этого необходима интеграция всех наблюдённых, прогностических и климатических данных, требующихся для комплексного анализа возникновения явлений. Решение заключается в разработке и практическом использовании системы комплексного мониторинга состояния окружающей среды, в которой для каждого явления формируется свой состав показателей. Например, регистрация и мониторинг перемещения тропического циклона выполняется на основе информации о скорости ветра, диаметре облачных образований, атмосферном давлении в режиме реального времени.

Для функционирования системы комплексного мониторинга явлений необходимо получение информации о состоянии ГМУ на основе единой информационной платформы и сопряжение со всеми существующими и перспективными измерительными системами и другими системами сбора, передачи, обработки и хранения данных о состоянии окружающей среды.

Парадоксально, но приходится признать, что для руководителей увеличение объёмов предоставляемой им информации ещё больше усложнило выбор превентивных мер, принимаемых в условиях цейтнота времени и стрессовых ситуаций. Поэтому для повышения эффективности поддержки решений необходимо значительно уменьшить объёмы информации о состоянии окружающей среды, доставляемые руководителям. До руководителей должна доводиться та и только та информация, в которой он нуждается, и которая будет использоваться для анализа и принятия решений в виде небольшой таблицы, карты и графика.

Чиновники не желают менять свои привычки, переучиваться, не желают быть уволенными после передачи части своих функций компьютеру или не желают терять свою экспертную незаменимость. А пока большинство руководителей предприятий, органов государственного управления полагаются на интуицию и опыт при принятии решений в случае ОПЯ. Они недостаточно полно знают, как может воздействовать явление на промышленные объекты, население, что может произойти, к каким последствиям (ущербам) это может привести, что надо сделать и какова стоимость превентивных мероприятий. Для обеспечения безопасности и сохранения жизнедеятельности промышленного предприятия руководитель обязан преодолевать множество преград и препятствий, таких как поиск необходимой информации, интеграция этой

информации на одной карте, оценка воздействий и убытков, нехватка трудовых или технических ресурсов для проведения превентивных мероприятий. Такая практика затрудняет принятие решений, приводит к тому, что выполняются не самые приоритетные превентивные мероприятия и в конечном итоге увеличивается ущерб от явлений.

Как правильно пишут авторы доклада [2]: «До настоящего времени не преодолён разрыв между разработчиками моделей и специалистами в области разработки ИС, средств интеграции данных и специалистами-практиками, которые не могут оперативно и эффективно использовать результаты моделирования в силу недостаточной автоматизации систем прогнозирования и отсутствием простых и удобных средств взаимодействия с моделирующими комплексами».

Одновременно с рассмотрением различных «сценариев» изменения климата (потепление, похолодание) нужна разработка и реализация превентивных мероприятий. Оценка условий среды в настоящем и их возможных изменений в будущем является основой для выработки долгосрочной стратегии планирования в различных отраслях производства – для размещения сельскохозяйственных культур, освоения слабозаселённых территорий, оптимизации производительных сил и т.п. Майкл Гриффин (руководитель Национального агентства по аэронавтике и исследованию космического пространства США в 2005 – 2009 гг.) сказал: «Не во власти человека сделать так, чтобы климат не менялся, а вот приспосабливаться к глобальным и локальным изменениям климата можно и нужно. Это можно сделать уже сейчас более эффективно, чем представляется. И получить эффект сейчас, а не через 100 и более лет с неясной вероятностью этого изменения». Британские эксперты во главе с экономическим советником правительства Николасом Стерном отметили: «Человеку не дано отменить ураганы, землетрясения и другие стихийные бедствия, однако ему вполне по силам осуществить превентивные меры, которые позволят свести к минимуму человеческие потери и экономический ущерб, в то же время обеспечат быстрейшее и наименее затратное возвращение к нормальной жизни. Бездействие обойдётся намного дороже – в сумму, не уступающую потерям человечества от обеих мировых войн, Великой депрессии 1920 – 1930 годов, современного глобального экономического кризиса».

В документах ВМО, ВОЗ отмечается, что вопрос адаптации к изменениям климата становится главным. Поэтому информация о последствиях изменения климата для населения должна быть переведена из плоскости дискуссий о тенденции (потепление или похолодание) и величине изменений, основных

факторах этих изменений в плоскость адаптации общества к этим изменениям путём определения воздействий и выдачи рекомендаций для принятия соответствующих решений для уменьшения или предотвращения этих воздействий.

«Человечество вряд ли сможет повлиять на то, каким станет мир через 10 лет. Однако у нас ещё есть возможность избежать худших последствий изменений климата. Независимо от действий человечества частота и разрушительность стихийных бедствий вырастет. Единственное, что нам остаётся – адаптироваться и действовать, чтобы избежать ещё более серьёзных катастроф (Сергей Коленов, https://hightech.plus/2019/11/19/mir-2030-putevoditel-po-klimaticheskomu-adu).

Правильная и своевременная оценка сложившейся обстановки имеет большое значение для уменьшения или предотвращения ущерба. Руководители предприятий не всегда могут правильно оценить обстановку на основе цифровых значений показателей ОПЯ (температура воздуха, высота волн и др.), им надо давать прогноз воздействий и оценку возможного ущерба, иначе они не будут предпринимать превентивных действий.

«И получается, что в нашей ситуации куда важнее не бороться с потеплением, а разобраться, как правильно использовать биоклиматический потенциал территории, чтобы получить лучший урожай», – говорит доктор географических наук, профессор Института природопользования Национальной академии наук Республики Белорусь Владимир Логинов. Человечество сможет адаптироваться к погодным катаклизмам и радикальному изменению уровня Мирового океана благодаря хорошо продуманным, правильно организованным на всех уровнях управления страной, а, главное, своевременно выполненным превентивным мероприятиям по правильно спрогнозированным последствиям для каждого объекта и вида деятельности.

Крис Филд (Chris Field) – председатель одной из рабочих комиссий по подготовке отчёта при Межправительственной группе экспертов по изменению климата утверждает: «Каждый человек, каждая организация, каждое правительство имеет возможность сделать много мудрых вещей, чтобы противостоять изменениям климата, будь то недопущение негативных последствий или адаптация к уже наступившим или будущим изменениям» (http://unification.com.au/news/story/1828/#sthash.wiPrSpSq.dpuf). В 2014 г. Всемирный метеорологический конгресс провозгласил «Прогноз воздействий опасных явлений на промышленные объекты одним из направлений деятельности НГМС».

О необходимости повышения информативности руководителей и населения уже пишут даже в социальных сетях, например: «Поэтому в скором времени прогнозы погоды должны будут содержать не только сообщения об аллергии или информацию об интенсивности ультрафиолетового излучения, но и конкретные советы для людей, страдающих астмой или ишемической болезнью сердца» (Как погода влияет на здоровье человека? Алеся Янова, 9 июня 2019 г., https://cemi-cvetik.ru/blog/43435000947/Kak-pogoda-vliyaet-na-zdorove-cheloveka).

Если компания, которая занимается розничной торговлей одежды, будет использовать долгосрочный прогноз осадков на летний сезон, то она сможет увеличить объём продаж зонтиков, плащей, заранее сделав более объёмные оптовые закупки или зимней одежды при долгосрочном прогнозе холодной зимы. Авиакомпании уже применяют наблюдённые данные о скорости и направлении ветра для экономии топлива, точному прибытию авиалайнеров по расписанию.

Во многих атласах, справочниках, книгах по гидрометеорологическому обеспечению различных отраслей экономики имеются хотя бы небольшие сведения о влиянии ОПЯ на объекты экономики. Список предлагаемых воздействий и рекомендаций, как правило, даётся по отраслям деятельности [16, 18, 48, 63]. МЧС России готовит памятки населению о возможных воздействиях и что надо делать в этих ситуациях. Эти памятки систематизированы только по некоторым ОПЯ (землетрясения, наводнения, цунами, радиоактивные аварии). Они не всегда учитывают категории используемых данных (наблюдения, прогноз и климат), виды деятельности и свойства конкретных объектов, поэтому реально они плохо используются, к тому же, как правило, они не дают экономического обоснования рекомендуемых решений. Недостатками этих справочников являются также неконкретность многих рекомендаций; их разрозненность и некомплектность (детальные рекомендации имеются только для некоторых явлений); значительный объём информации в справочниках вследствие естественной ориентации их на широкий круг специалистов и условий; разнообразие встречающихся ОПЯ, влияющих на различные предприятия. На настоящий момент отсутствуют полная классификация воздействий на промышленные объекты, население и рекомендации для принятия решений. Первая попытка классификации воздействий окружающей среды и рекомендаций для принятия решений была сделана в [118].

Прогноз возможных воздействий ОПЯ на объекты материального мира недостаточно полон из-за несовершенства наших знаний о возможных последствиях. На полноту выдаваемых воздействий оказывает влияние большое количество факторов (уровень опасности, виды деятельности предприятий,

уровень управления, вероятность прогнозов ОПЯ во времени и пространстве, характеристики объекта воздействия – предприятие, поселение, человек). Многие из этих факторов пока ещё не учитываются при ГМО экономики.

Во многих крупных предприятиях имеются диспетчерские центры (ДЦ), где операторы непрерывно следят за значениями показателей работы оборудования и технологических процессов, а в последние годы и за состоянием погоды (буровые платформы, суда, самолёты). Операторы самостоятельно принимают решения на основе инструкций и своего опыта или привлекают соответствующих специалистов. ДЦ создаются для слежения за техническими объектами, конструкция и работа которых основана на проверенных научных теориях, моделях поведения, наборах нештатных ситуаций, сценариях развития событий. Это позволяет обоснованно выбрать наборы показателей и зоны риска для них, заранее выявить ситуации, когда автоматика должна задействовать сценарии предотвращения аварий и техногенных катастроф в период ОПЯ. Главная особенность ДЦ: решения в них принимают люди, понимающие закономерности работы контролируемой системы, логику связи показателей, возможные сценарии развития событий. Трудностями эксплуатации ДЦ является большое количество экранов с графиками показателей, за которыми должен следить оператор, монотонность отслеживаемых процессов, сложность принятия решений, по которым в группе диспетчеров нет согласия. Система поддержки принятия решений (СППР), позволяющая контролировать показатели производственных процессов, должна уменьшить число операторов, следящих за множеством мониторов, заменив их информационными панелями, на которых в комплексном виде можно предоставить руководителю всю минимально необходимую информацию. Такая система способна следить за технологическими процессами предприятия, перерабатывать поступающие данные, выявлять в них отклонения и на основе заданных алгоритмов решать, реагировать ли на них автоматически или запускать бизнес-процесс с участием нужных людей и следить за соблюдением выполнения регламента и за изменениями, происходящими на объекте. Создание информационных панелей, работающих в реальном времени, позволит проводить мониторинг и управление ГМО в различных ситуациях, связанных с ОПЯ, управлением водными ресурсами, рыболовством и загрязнением воздуха.

Глобальная комиссия по адаптации к изменениям климата на Земле представила 10 сентября 2019 года доклад, в котором говорится, что климатические изменения достигли той точки, когда изменить что-либо уже невозможно, необходимо адаптироваться к новым климатическим условиям и предупреждает,

что, даже несмотря на все огромные усилия, планетарные изменения остановить нельзя, они неизбежны. Что делать людям? Приспосабливаться. Как можно приспособиться? Нужно знать, какие воздействия могут произойти и что надо делать. Необходимо приложить огромные усилия, чтобы приспособиться к условиям, которые становятся нашей неизбежностью.

Перспективное развитие специализированного ГМО должно предусматривать переход от концепции информирования руководителей о сложившейся обстановке к рекомендательной концепции [79, с. 49]. «Спрогнозированные изменения должны быть проинтерпретированы с точки зрения их влияния на различные отрасли экономики, в первую очередь на отрасли, эксплуатирующие возобновляемые природные ресурсы. Кроме непосредственно природоэксплуатирующих отраслей должно быть проанализировано влияние климатических и вызванных ими экологических изменений на иные отрасли хозяйства, где данное влияние будет иметь место. Для целей управления необходимо прежде всего иметь оценки влияния тех или иных климатических изменений на состояние различных компонентов окружающей среды – растительности, почвы, воды и т. п.» [12]. В основу стратегического парирования природно-техногенных угроз должен быть положен принцип комплексной адаптации инженерно-технических решений в техносфере к природно-климатическим угрозам [8].

Поставщикам климатической информации следует:

– изложить свои оценочные суждения по изменению климата;

– чётко и детально дать разумное объяснение оценочных суждений так, чтобы руководители могли понять основу принятых решений;

– обмениваться опытом со своими коллегами;

– приобретать знания в рамках совместной с руководителями деятельности;

– расценивать климат как дополнительный фактор, который принесёт максимальную пользу;

– предоставлять показатели успешности своей продукции;

– доводить информацию до сведения руководителей в надлежащем виде;

– чётко формулировать процессы обновления и изменения своей продукции и информации;

– заявлять о любых конфликтах интересов и/или имущественных прав на массивы данных и сервисы;

– иметь механизмы для мониторинга и оценки процедур и продукции;

– действовать в соответствии с принципами профессиональной добросовестности, прозрачности, беспристрастности и сотрудничества, нести свою долю ответственности за выполняемую ими работу и за конечные результаты,

а руководителям надо взять на себя ответственность за понимание климатической информационной продукции, за её использование и за введение соответствующих мер по пропорциональному распределению ответственности.

Продукция климатического обслуживания должна быть достоверной и научно обоснованной, включать подробное описание неопределённости, соответствовать целевому назначению, документально подтверждена.

1.3 Развитие средств сбора, обработки, обмена и использования данных

Упрощаются способы и средства обмена данными, увеличивается скорость доставки данных и объём передаваемых данных и становится более дешёвой их передача. К сожалению, несмотря на более чем пятидесятилетний период развития автоматизированных систем сбора, обработки, обмена и использования данных этапы, связанные с автоматическим обменом и использованием данных у потребителей, до сих пор остаются узким местом в общей цепочке их ГМО.

Ситуации перед, в период и после ОПЯ диктует необходимость организации простого и быстрого доступа к информации. Становится всё больше источников данных, каналов поступления данных. Решения часто приходится принимать на лету, чтобы обеспечить безопасность людей и предотвратить ущерб в сложившейся ситуации. Слишком много информации не бывает, но ключевой момент здесь – возможность получить эту информацию быстро, анализировать её так, чтобы она помогала в принятии своевременных решений. Здесь должно помочь развёртывание современной ИТ-инфраструктуры, которая должна обеспечить доставку нужных данных руководителям в тот момент, когда это нужно, и в нужном виде, и тем самым создаёт надёжную основу для принятия решений. При этом высвободится время у руководителя на более важную и эффективную работу, давая ему уверенность в своих действиях и помогая не упустить благоприятные возможности.

В докладе Специальной рабочей группы по изменению климата и здоровью «Защита здоровья в условиях воздействия изменений климата на окружающую среду» (2010) в рамках Европейской региональной рамочной программы действий предлагалось рассмотреть возможность разработки информационной платформы на основе имеющихся методик и процессов сбора информации. Информационная платформа должна содержать практический инструментарий для оценки воздействия на здоровье, мер по смягчению и адаптации, проведения действенных профилактических мер; обеспечения готовности

и реагирования (экономическую оценку последствий изменения климата и мер адаптации / смягчения для здоровья; оценку сопутствующих выгод для здоровья, создаваемых мерами по адаптации и смягчению); раннее оповещение об ОПЯ и потенциальных угрозах, а также соответствующие модели готовности и ответных мер или планы действий; описание (на основании полученных уроков из практики и оценок показателей) долговременных тенденций, касающихся климата, экологических воздействий на здоровье, а также применяемых ответных мер. Это предложение нужно рассматривать в более широком диапазоне оценки воздействий и адаптации к изменениям климата не только на здоровье человека, но и на различные отрасли экономической деятельности.

Повышение уровня автоматизации информационной поддержки руководителей позволит увеличить эффективность управления в случае ОПЯ. Исследования возможностей создания СППР ведутся за рубежом и в России [15, 27, 38, 116–120]. Создаются отдельные программные комплексы, например «Паводок», http://pavodka.net/index.html или [3], в котором рассматривается система раннего предупреждения о метеорологических угрозах «Светофор». А вот в области формализации и автоматизации учёта влияния окружающей среды на население и объекты экономики исследований практически нет.

Кроме доведения сведений о явлении, прогноза воздействий и рекомендаций руководителю необходимы и другие современные ИТ-средства – типа большие данные [68, 114], дополненная реальность, тренажёры, симуляторы поведения человека, персонализированные приложения – консультанты, в том числе с использованием элементов искусственного интеллекта (ИИ) [106, 123]. Средства ИИ включают в себя:

– программных роботов, которые могут решать повторяющиеся трудоёмкие задачи обработки, и особенно контроля данных;

– аналитические системы, которые выявляют закономерности в данных, обнаруживают опасность по пороговым значениям показателей различных ОПЯ, а также автоматизируют принятие решений;

– нейронные сети, машинное обучение, глубокое обучение, обработку естественного языка, что позволит лучше понять и предсказать погоду.

В [106] (таблица 1.1) дано представление о том, где машинное обучение может быть применено для борьбы с изменениями климата посредством эффективных инженерных или инновационных исследований. Средства ИИ и машинного обучения [122] должны встраиваться во все бизнес-процессы, где необходим анализ данных для оценки ситуации и принятия оптимизированных решений.

Таблица 1.1 – Области решения проблем изменения климата, в которых можно применить, ИИ, машинное обучение [106]

Области применения ИИ, машинного обучения	Вывод по правилам	Компьютерное зрение	Интерпретируемые модели	Нейролингвистическое программирование	Контроль и управление	Временные серии и анализ	Передача знаний	Ненадёжное количественное определение	Неконтролируемое обучение
1 Электрические системы									
Снижение воздействия на системы передачи электроэнергии		•				•		•	•
Глобальное воздействие на выработку электроэнергии		•					•		•
2 Транспортные средства									
Уменьшение активности транспорта		•				•		•	•
Повышение эффективности транспортных систем		•			•				
3 Здания и города									
Оптимизация расположения зданий	•				•	•	•		
Городское планирование		•				•	•		•
Будущее городов				•			•	•	•
4 Промышленность									
Оптимизация цепочек поставок		•			•	•			
Улучшение сопротивляемости материалов									•
Производство и энергия		•	•		•				
5 Фермы и леса									
Удаление выбросов		•							
Точечное земледелие		•			•	•			
Мониторинг торфяников		•							
Управление лесами		•			•	•			
6 Прогнозирование климата									
Наука о климате		•	•			•		•	
Прогнозирование экстремальных явлений		•	•			•		•	

Окончание таблицы 1.1

Области применения ИИ, машинного обучения	Вывод по правилам	Компьютерное зрение	Интерпретируемые модели	Нейролингвистическое программирование	Контроль и управление	Временные серии и анализ	Передача знаний	Ненадёжное количественное определение	Неконтролируемое обучение
7 Воздействие на общество									
Экология		•					•		
Инфраструктура					•	•		•	
Социальные системы		•				•			•
Кризисные явления		•		•					
8 Солнечная геоинженерия									
Планетарная система управления					•			•	
Моделирование воздействий						•		•	
9 Индивидуальные действия									
Содействие изменению поведения				•					•

Помимо идентификации явления, средства ИИ позволят руководителю быстрее оценить сложившуюся ситуацию. Как результат должна распознаваться и оцениваться сложная гидрометеорологическая обстановка, например учитывать не одно, а сразу несколько явлений. С помощью средств ИИ становится возможным интерпретация измеренных данных о состоянии ГМУ и последующее прогнозирование возможных воздействий на население, промышленные предприятия, а также выдача рекомендаций для органов государственного управления, руководителям предприятий, населению по проведению превентивных мероприятий до, в период и после явления (аварийно-восстановительные). Для обучения нейронных сетей нужно использовать технико-экономические характеристики предприятия в контексте:

– данных о его проектировании;

– состояния окружающей среды, при котором предприятие работает беспрепятственно;

– пороговых значений показателей ОПЯ, при которых ограничивается или прекращается работа предприятий;

– исторические данные об ОПЯ, с которыми предприятия уже сталкивались и, что происходило в этот момент, какие действия выполнялись, каков был ущерб.

В рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика» предполагается внедрение в повседневную деятельность технологий искусственного интеллекта в МЧС России, Росгидромет, Минприроды России (https://www.cnews.ru/articles/2021-02-03_kak_iskusstvennyj_intellekt_pomozhet).

ЦТ МЧС России подразумевает внедрение ИИ-решений, которые возьмут на себя ряд важных функций. Среди них автоматическое распознавание повреждений инфраструктуры со снимков ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли), а также выявление аномалий и кромки льда на спутниковых снимках. Также искусственный интеллект поможет прогнозировать прохождение циклических паводков, классифицировать входящие потоки сведений и динамически рассчитывать риски на основе прогнозных данных и истории неблагоприятных явлений. Ещё один вариант применения – анализ компьютерным зрением межведомственных фото- и видеопотоков в интересах МЧС. По мере внедрения ИИ будут обеспечены сбор, обработка, хранение и предоставление доступа к отраслевым наборам данных и архиву климатических данных. Различные аномалии (термоточки, выбросы углекислого газа и др.) смогут определять на снимках спутникового мониторинга также в автоматическом режиме. Распознавание кромки таяния льда будет определяться на 70 % паводкоопасных участков, а для 80 % циклических паводков будет проводиться модельное прогнозирование подъёма уровня рек. Также не менее чем для 10 типов событий будет автоматически проводиться скоринг риска для заданных территорий (термоточки, пожары, подтопления, наводнения, разрушения, гибель на воде, дорожно-транспортные происшествия, техногенные аварии, опасные метеоявления и др.).

ЦТ Росгидромета предполагает внедрение системы сервисов в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды с применением методов ИИ и глубокого машинного обучения, а также сервиса интерпретации результатов численных прогнозов погоды. Также с использованием искусственного интеллекта будет создана технология наукастинга метеорологических переменных и явлений погоды и технология формирования и ведения Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и её загрязнении.

В деятельность Минприроды России будут внедрены инструменты ИИ, ориентированные на автоматическую обработку мониторинговой информации,

обеспечивающие выявление и контролирующие риски возникновения опасных природных и техногенных явлений и процессов. Эти инструменты должны обеспечить прогнозирование ситуаций с выявлением потенциальных последствий и формированием планов реагирования, обеспечивающих минимизацию вреда в режиме реального времени. Например, по данным ДЗЗ выявлен разлив углеводородов на нефтяной платформе. С учётом текущей гидрометеорологической обстановки ИИ осуществляет выбор расчётной модели развития разлива и определяет меры по предотвращению загрязнения лёжек морских млекопитающих и птичьих базаров, расположенных в зоне поражения. Должны быть внедрены инструменты ИИ, ориентированные на автоматическую обработку данных ДЗЗ, поступающих в потоковом режиме данных; выявление потенциально пожароопасных участков и пожаров; выявление категорий и классов среды обитания по данным ДЗЗ.

Симулятор поведения человека в период явления поможет оказать срочную медицинскую помощь. Наличие интерактивного сценария поможет продемонстрировать, какие вообще могут быть варианты действий. Если воспроизвести ситуацию в период явления, которую практически не воссоздать в реальных условиях, не важно – это наводнение или гроза, или ещё что-то, и обучающий может это прожить, то резко повышается понимание того, как вести себя в этой обстановке.

В исследовании «Освоение ИИ на благо планеты Земля», опубликованном PwC и Всемирным экономическим форумом, анализируются возможности ИИ для решения самых сложных экологических проблем на планете (https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/publications/ai-for-the-earth.html, https://www.itweek.ru/ai/news-company/detail.php?ID=199315 &param=mail). В основных приоритетных областях исследований рассмотрены новые приложения, использующие технологии ИИ, включая:

– интеллектуальные системы для сельского хозяйства;
– оптимизация энергосистем;
– обеспечение электромобилей необходимой информацией;
– моделирование климата и погодных условий;
– контроль загрязнения окружающей среды;
– мониторинг экосистем;
– рыбы-роботы для борьбы с загрязнением океана, мониторинг температуры и уровня pH океана в режиме реального времени;
– подготовка к засухе;
– децентрализованные водопроводные сети;

– использование дронов в целях мониторинга состояния рек в режиме реального времени – прогнозирование руслового стока;

– прогнозирование загрязнения воздуха в целях регулирования дорожного движения и раннего предупреждения;

– выявление источников атмосферных загрязнений;

– усовершенствованные системы заблаговременного предупреждения;

– минимизация рисков наводнения;

– аналитическая информация по текущим рискам в режиме реального времени для служб оперативного реагирования.

Средства ИИ помогут организовать обслуживание на основе персонализированного подхода к потребителю. Организациям нужна современная информационная архитектура для интеграции данных из всех необходимых источников, чтобы сделать их доступными для пользователей из разных групп, для динамического построения и развёртывания моделей ИИ, а также для упрощения и объединения данных и сервисов ИИ в облачных средах.

Самые подходящие задачи для такой автоматизации – это повторяющиеся ручные процессы, реализуемые с помощью программных роботов, например автоматическое управление процессами обработки данных на основе правил, которые автоматически запускают по триггеру другой процесс, если успешно закончился предыдущий.

Такая автоматизация позволит упростить управление сложными системами, быстрее, дешевле, качественнее, в большем объёме обрабатывать данные и без участия человека, где люди физически не в состоянии принимать своевременные решения. Программные роботы помогут освободить сотрудников от рутинных операций и позволят им заняться решением творческих задач. Перспективными направлениями использования программных роботов являются автоматическое пополнение временных рядов, их обработка и интерпретация, выявление и даже прогноз ОПЯ. Программные роботы должны использовать логические правила для выполнения чётко заданных, повторяющихся функций и рабочих процессов точно так же, как это сделал бы человек. Сюда входит проверка различных критериев, на основании которых принимается решение о том, выдавать сообщение об ОПЯ или нет в зависимости от типа предприятия и видов деятельности, какие воздействия актуальны и какие рекомендации нужно использовать. Программные роботы должны применяться в ситуации, когда имеется большой объём повторяющихся или предсказуемых результатов – другими словами, когда одна и та же задача повторяется многократно (доведение, загрузка, контроль данных, агрегация, индикация и анализ данных). Единственным отличием их от обычных

приложений является наличие базы знаний (БЗ) – правил (при каких условиях сведения об ОПЯ доводятся до руководителей предприятий, что делать, если загрузка данных не проходит, критерии отбраковки данных, критерии агрегации, по каким условиям проводится индикация данных и анализ ситуаций). Применять программные роботы не имеет смысла в тех случаях, когда предполагается высокий поток одноразовых или редких ситуаций (землетрясения, цунами, извержения вулканов). Программные роботы не могут самостоятельно добавлять условия для новых ситуаций. Они могут вести подробный журнал записей о каждой обрабатываемой ими операции и предоставить статистику по различным ОПЯ. Кроме того, они могут работать в связке с более продвинутыми когнитивными инструментами, использующими функции выдачи сведений о возможных воздействиях и рекомендации, а также с экономико-математическими моделями (ЭММ) для выбора альтернативных решений на основе оценки возможных убытков и расчётов стоимости превентивных мероприятий.

В соответствии с [113] этапы использования средств ИИ включают:

– сбор данных (сделайте данные простыми и доступными, собирайте данные любого типа независимо от того, где они находятся, что обеспечивает гибкость при работе с постоянно меняющимися источниками данных);

– организацию данных (создавайте основу для бизнес-аналитики, организуйте все данные в надёжную, готовую к внедрению в бизнес основу со встроенным управлением, защитой и соответствием);

– анализ (анализируйте данные, извлекая выгоду из моделей ИИ, которые позволяют организациям получать новые знания, принимать более эффективные и разумные решения);

– внедрение (задействуйте ИИ во всех бизнес-процессах, применяйте его на предприятии в рамках различных процессов, используя прогнозы, автоматизацию и оптимизацию).

Для получения расширенной аналитики необходимо применять средства обработки естественного языка, машинного обучения, программные роботы, базы знаний, экспертные системы и СППР. Аналитические данные должны получаться на основе потоковых данных в виде телеграмм от пунктов наблюдений или ряда полей данных в узлах регулярной сетки (карт). Отдельная карта за прошлые годы не представляет собой большой ценности для анализа. Непрерывная последовательность чередующихся карт обеспечивает динамику. По данным реанализов обнаруживаются синоптические объекты (циклоны, антициклоны, тёплый и холодный фронты, области осадков, тёплых и холодных волн, другие объекты) за каждый срок или сутки. На основе сравнения

расположения этих объектов во времени производится анализ их движений – траекторий (направление и скорость). Наиболее ярким примером отражения этого механизма является отслеживание траекторий движения циклонов по атмосферному давлению в течение их естественного синоптического периода. На картах одновременно в Северном полушарии присутствует несколько циклонов и антициклонов, которые необходимо постоянно отслеживать от момента зарождения до исчезновения. Затем производится классификация траекторий движения объектов в зависимости от районов зарождения циклонов и их размывания или от сложившейся синоптической ситуации (расположение циклонов и антициклонов). Для некоторых параметров, например облачности, более эффективно использовать спутниковые изображения.

Многие из показателей ОПЯ можно оценить с помощью существующих и перспективных технических средств ДЗЗ: метеорологические радиолокаторы, самолёты-лаборатории, беспилотные летательные аппараты, аэростаты, дирижабли. С помощью аппаратуры, установленной на космических аппаратах (КА), можно определить: фазовую структуру верхней части облака; координаты зарождения циклона; его размеры в поперечнике, «глаз бури»; направление и скорость перемещения циклона; пространственные размеры облаков; направление и скорость перемещения облаков; размеры зоны осадков; направление и скорость смещения зоны осадков; барические образования; фазовое состояние, водность, концентрация ледяных частиц и капель, высота верхней границы облаков и туманов; координаты эпицентра землетрясения, остаточные деформации поверхности, возникающие в результате главного толчка землетрясения и способствующие таким вторичным нарушениям, как лавины и сели.

Для классификации траекторий можно использовать нейронные сети и глубинное обучение. При этом происходит преобразование данных в узлах регулярных сеток в графические файлы и применяются свёрточные нейронные сети для анализа выделенных объектов на каждой карте.

Необходимо понимать, для каких бизнес-процессов нужна аналитика, какие данные можно и нужно использовать для получения аналитической информации. Аналитические технологии должны работать в фоновом режиме, постоянно обрабатывать потоки данных и обнаруживать аномалии, превышение пороговых значений или разворот тренда. Тогда пользователь сразу увидит отклонения в виде «светофора». С помощью средств графовой аналитики данных будут находиться связи, которые нелегко было выявить с помощью традиционных аналитических инструментов. Связи раскрывают мотивы появления конкретного результата и отвечают на вопросы типа:

«Что руководители делают после получения сведений об ОПЯ? Что они делают одновременно?»

При применении традиционных подходов хранения данных большинство связей теряется. Использование реляционных таблиц для организации связей требует много ресурсов и снижает производительность. Технология графов позволяет прослеживать связи и увеличивает глубину понимания данных при машинном обучении.

Интеллектуальные технологии расширяют возможности принятия решений человеком, освобождают время для выполнения других задач. Данные добавляют стоимость, но только в тех случаях, когда руководители способны извлекать из них релевантные, служащие основой действий, знания.

Средства автоматизации аналитических процессов должны автоматизировать обработку данных с целью получения необходимых показателей, которые должны применяться в автоматизированных бизнес-процессах. Полученный результат предоставит даже начинающим руководителям необходимую информацию для принятия решений. На практике это означает, что большинство руководителей смогут быстро применить полученную аналитику для принятия решений. С помощью методов управления аналитическими данными, автоматизации бизнес-процессов руководители предприятий будут иметь больше времени для решения задач стратегического характера, появится возможность строить предсказательные модели и использовать предсказательную аналитику для быстрого принятия решений.

Наиболее эффективные планы управления непрерывностью бизнеса состоят из четырёх компонентов: восстановление бизнеса, аварийное восстановление ИТ, управление рисками поставщиков и управление в ЧС. Реализуемые превентивные мероприятия могут не только предотвратить кризис, но и оказать активную помощь по эффективному управлению ресурсами. Предприятия должны подготовиться к худшему сценарию. ОПЯ бывают разными, и пока они будут выявлены, а сведения о них будут доставлены руководителям, пока будут разработаны решения, некоторые превентивные действия уже будет невозможно выполнить. Поэтому время реакции имеет решающее значение. Допуская возможность наихудшего сценария, и имея СППР, можно подготовиться к противостоянию стихии.

Большое количество возможных ситуаций, промышленных объектов, на которые по-разному влияют опасные явления, требует повышения эффективности этой деятельности. Система поможет руководителям быстрее принимать решения, решать более сложные задачи, которые раньше выполнялись учёными и специалистами, сделают удобнее использование информации и позволят

заниматься более интеллектуальной работой. Только правильно построенные на основе рекомендаций бизнес-процессы позволят повысить эффективность принятия решений по предотвращению воздействий явлений. Сила СППР заключается не только в накоплении знаний, которые были полезны в прошлом, а в возможности их постоянного обновления и использования для новых ситуаций. Для создания таких систем необходимо знать, какие параметры нужны для оценки ситуации, из каких источников, с какой частотой получаются; как необходимо проверять, очищать и агрегировать данные; актуальные или нет данные; не выдаются ли ложные тревоги об ОПЯ для некоторых предприятий. Система должна аккумулировать в себе все лучшие практики мониторинга и оценки рисков, планирования и оптимизации; предсказуемо и своевременно реагировать на ОПЯ, выдавая адекватные планы действий.

На GitHub в Open Source Tools имеется 33 продукта с открытым исходным кодом, доступные для видеоаналитики. Ключевой ценностью таких инструментов и других популярных сред являются стандартизованные интерфейсы программирования (API), которые они предлагают. Решение Google Object Detection пользуется популярностью для быстрого создания моделей обнаружения объектов. Оно также позволяет использовать библиотеки типа OpenCV для сегментирования и вводит специальную маркировку объектов для облегчения отслеживания.

1.4 Перспективные методы и средства гидрометеорологического обеспечения

Существующая система ГМО потребителей имеет следующие барьеры:

– объём данных, передаваемых потребителю, достигает нескольких Гбайт, а ему, как правило, не нужен весь объём данных, ему нужны данные для определённой точки (или нескольких точек), где находится объект экономики – промышленное предприятие, город, буровая платформа или район активной деятельности рассматриваемого объекта (маршрут судна, промысловый район, промышленный регион). При использовании ГМИ потребителю нужны определённые явления (параметры среды), которые могут повлиять на его деятельность;

– в большинстве случаев руководителям нужна ГМИ только тогда, когда значения показателей ОПЯ превышают пороговые значения, влияющие на конкретный объект (судно, порт, буровая) и вид его деятельности (разгрузка-погрузка судна в порту, стоянка на рейде, переход через море), при этом выделяется четыре уровня опасности;

– отсутствует мониторинг состояния ГМО (кто, какую информационную продукцию выпускает, в какие сроки доводит её до руководителей, в какой форме, формате, реальное время доставки сведений об ОПЯ и другой продукции);

– мало информации о подписке (необходим выбор района, БД, параметра, пороговых значений);

– недостаточный спрос на климатическую информацию со стороны руководителей из-за недооценки потенциальной её ценности в процессах принятия решений;

– многочисленность источников информации и многообразие форматов, в которых передаётся информация;

– отсутствие формализованных бизнес-процессов предприятий, которые должны использовать сведения об ОПЯ;

– недостаточная полнота имеющихся массивов данных (например в исторических данных наблюдений есть пробелы) и качество данных (в данных могут быть ошибки);

– низкий уровень автоматизации при использовании сведений об ОПЯ.

Основными трудностями для эффективного использования ГМИ являются:

– отсутствие автоматического выявления ОПЯ на основе локальных пороговых значений для различных видов деятельности и автоматического доведения информации до руководителей и населения (для уменьшения времени на подготовку к ОПЯ необходимо автоматическое доведение информации о них до каждого руководителя и жителя страны на мобильные интернет-устройства) [14];

– значительные, а иногда просто неприемлемые для принятия решений сроки доставки информации об ОПЯ;

– отсутствие формализованных сведений о возможных воздействиях ОПЯ на промышленные объекты и население;

– не собраны и не классифицированы рекомендации по проведению превентивных мероприятий для уменьшения или предотвращения влияния ОПЯ на население и предприятия;

– не всегда, не на всех объектах и не для всех ОПЯ выявлены связи между ГМУ и принимаемыми решениями;

– не разработаны методы и средства для оценки ущерба от ОПЯ и расчёта стоимости превентивных мероприятий;

– отсутствие сквозного цикла автоматизации сбора данных, начиная от измерения, доведения информации до руководителей предприятий и заканчивая принятием решений на их основе;

– неадекватность оценки обстановки руководителями предприятий по цифровым гидрометеорологическим показателям.

Запросы руководителей на ГМИ качественно не изменились, увеличились требования к скорости предоставления информации, объёмам передаваемых данных, формам визуализации за счёт использования современных информационных технологий (БД, ГИС, Интернет, интеллектуальных систем, мобильных интернет-устройств). Нужно стремиться уменьшить объём контента таким образом, чтобы руководитель с помощью мессенджера или электронной почты мог одним взглядом оценить ситуацию (тенденции изменения параметров, уровень опасности, на какую деятельность предприятия влияет ОПЯ).

Дело не в том, что недостаточно знаний о природных явлениях и их воздействиях на предприятия и население, а в том, что руководители предприятий не могут выработать полный список действий (решений) на основе имеющейся информации о явлении. То есть не хватает сведений о воздействиях и конкретных рекомендаций по адаптации населения и объектов экономики к кратко- и долгосрочным изменениям окружающей среды. Накопление знаний по учёту влияния окружающей среды на объекты экономики происходит на основе обобщения опыта работы предприятий в условиях ОПЯ. Этот опыт частично зафиксирован в научных публикациях, в средствах массовой информации, а также инструкциях. На обобщение опыта влияет также малая повторяемость ОПЯ.

Спрос на краткосрочные и долгосрочные прогнозы очень велик. При этом нужен не просто числовой прогноз параметров погоды, а требуется знать, что может произойти (травмы, гибель людей, болезни и др.) и что надо делать в виде рекомендаций (закрыть окна, выключить газ, электричество, укрыться в подвалах и т.д.).

Многие руководители предприятий считают климатическое обслуживание не понятным или не относящимся к делу и принимают стратегические решения без соответствующего научного обоснования. Они недооценивают потенциальную ценность климатической информации в процессах принятия решений. Сообщество потребителей не имеет достаточного технического, аналитического потенциала для интерпретации и использования климатических данных. Провайдеры данных работают, как правило, с предприятиями, которые являются высокотехнологичными организациями и, следовательно, имеют ограниченные способности понимать и интерпретировать климатические данные. Поставщики данных имеют неполное понимание сложности принятия решений и недооценивают ценность интеграции различных типов данных и знаний. Имеется несоответствие между имеющимися данными (пространственные

и временные масштабы представления данных, заблаговременность прогнозов) и информационными потребностями руководителей, сроками принятия решений. Наблюдается слабое взаимодействие между поставщиками данных и руководителями предприятий. Научная терминология, язык и понятия, используемые поставщиками данных, не всегда понятны потребителям. Руководители сталкиваются с трудностями, возникающими из-за многочисленных источников данных, версий климатических данных и многообразия форматов хранения данных, в которых передаётся информация.

В большинстве организаций Росгидромета имеются сложные ИТ-среды с большим количеством изолированных данных в виде массивов данных, БД, приложений. Невозможность единообразного контроля доступа к данным и источникам приводит к постоянному возникновению проблем по обеспечению их безопасности, совместному комплексному использованию. Трудно оценивать их релевантность и актуальность. Эти трудности становятся препятствием на пути повышения эффективности использования данных при ГМО.

Учреждения Росгидромета постоянно автоматизируют процессы сбора, обработки, обмена и хранения гидрометеорологических данных, но, к сожалению, большинство из них использует «лоскутную» автоматизацию. Например, автоматизация наблюдений заключается только в установке автоматических станций и комплексов. Фактически с некоторых станций можно напрямую доводить информацию до руководителей предприятий (и она доводится только по телефону или электронной почте); автоматизация сбора данных сопровождается элементами ГМО – в системах сбора данных уже готовятся аналитические данные (ежемесячные и годовые обобщения); автоматизация получения прогнозов заканчивается на их выдаче в виде различной информационной продукции; автоматизация климатической обработки данных разбросана по многим учреждениям; автоматизация доведения полученной продукции сводится к помещению её на сайты организаций, занимающихся их подготовкой. Руководители не видят перспектив автоматизации или у них не хватает ресурсов автоматизировать более широко и комплексно сквозные процессы обработки данных от наблюдения до использования данных потребителем. При этом должно происходить не просто повышение уровня автоматизации, а гиперавтоматизация, которая позволит объединить современные методы обработки данных для получения различного уровня обработки информационной продукции в едином технологическом процессе.

Новыми технологиями, которые могут быть использованы в гидрометеорологии, являются: развитие автоматизации наблюдений за счёт

использования промышленного интернет вещей (IoT); интеграция распределённых и неоднородных данных; создание различных объектов метаданных; полная автоматизация выявления и доведения до руководителей сведений об ОПЯ; персонализация обслуживания руководителей по инициативе системы, а не путём «самообслуживания» на сайтах, порталах; автоматический анализ результатов обработки – индикация значений параметров, оценка показателей опасности, выявление трендов. Все эти процессы должны автоматизироваться на основе сервисного подхода. При этом автоматизированные процессы должны совершенствоваться на основе выявления «узких» мест, что приведёт к ещё большему повышению уровня автоматизации. Автоматизированное обнаружение критических ситуаций в работе компонент инфраструктуры ГМО является ключевым средством выявления новых узких» мест в ГМО.

Требуется осуществить переход от разового оказания гидрометеорологических услуг к постоянному сопровождению руководителей промышленных предприятий сведениями о гидрометеорологической обстановке. На практике это означает, что необходимо осуществлять непрерывный комплексный контроль состояния гидрометеорологической обстановки на протяжении всего жизненного цикла предприятия, и способствовать повышению эффективности работы предприятий и уменьшению убытков от ОПЯ.

Гидрометеорологическая информация должна использоваться при эксплуатации транспорта, развитии устойчивого землепользования, умных городов, контроле и предотвращении загрязнения, управлении водными ресурсами, инфраструктурой жизнеобеспечения населения. В основе планирования и действий по адаптации в различных масштабах лежит поддержка устойчивых к климату городов, климатоустойчивая инфраструктура, расширение состава долгосрочных и сверхдолгосрочных прогнозов погоды и их использования при стратегическом планировании работ в сельском хозяйстве, энергетике и других отраслях.

В последние десятилетия к руководству отраслей, промышленных предприятий привлекаются так называемые «эффективные менеджеры», которые не являются специалистами в конкретной отрасли и тем более в гидрометеорологии. Они ещё меньше знают о возможных воздействиях ОПЯ на промышленные предприятия. Поэтому для них необходимо разрабатывать простые и понятные в использовании программные интерфейсы.

Для успешного проведения превентивных мероприятий необходимо иметь тесное сотрудничество со специалистами МЧС России, местных администраций, НИИ, руководителями предприятий, обладающими экспертными

знаниями и информационными ресурсами с тем, чтобы предоставлять связанное с воздействиями обслуживание, что не может сделать Росгидромет в одиночестве [47]. Службы МЧС России в большинстве случаев начинают работу по эвакуации, спасению только после получения прогноза или наступления ОПЯ. Росгидромет собирает информацию об ущербе от уже прошедших ОПЯ, оценивает эффективность использования ГМИ в различных отраслях экономики, но, к сожалению, отстраняется от прогноза воздействий и выдачи рекомендаций для поддержки решений, считая это прерогативой руководителей предприятий.

Поэтому можно утверждать, что Росгидромет в партнёрстве с руководителями предприятий лучше всего готов к прогнозированию возможных воздействий на население и предприятия, выдаче рекомендаций для принятия решений. Руководители предприятий лучше знают, что и как надо делать, а гидрометеорологи – к каким последствиям могут привести те или иные ОПЯ. Всё, что надо сделать – это помочь руководителю быстрее получить информацию о надвигающемся явлении и дать сведения о возможных воздействиях, в том числе возможных убытках, и рекомендации для поддержки решений, включая стоимость затрат на превентивные мероприятия.

Меньше всего предрасположены стать жертвой ОПЯ руководители, у которых есть умение, опыт заблаговременно прогнозировать, мысленно «проигрывать» сценарии возможных воздействий, планировать свои действия и их последовательность выполнения. Подавляющее большинство неожиданностей, с которыми пилот самолёта или капитан судна встречаются или могут встретиться, представлены в соответствующих документах – для каждой ситуации разработана система соответствующих контрмер и действий. И даже здесь необходимо очень быстро найти эту ситуацию и воспользоваться имеющейся в её описании информацией.

Необходимость реагирования на ОПЯ и изменения климата требует создания надёжных и быстрых технологий обработки данных, простых интерфейсов, с помощью которых можно легко подключить любые необходимые информационные ресурсы, настроить их на соответствующий регион и прикладную задачу. В настоящее время активно ведутся разработки приложений для мобильных интернет-устройств, с помощью которых можно оповестить руководителей об ОПЯ, что позволяет более точно оценить последствия ОПЯ, напомнить руководителям о необходимости проведения превентивных мероприятий.

Привычные способы выявления, доведения, использования информации об ОПЯ и учёта их последствий уже не достаточны для их уменьшения или

предотвращения. Руководители должны видеть состояние показателей окружающей среды на информационной панели, автоматически отражающей их значения, тенденции изменений, отклонения от локальных пороговых значений для каждого объекта в виде «светофора».

Действие или бездействие в период ОПЯ приводят к авариям на промышленных объектах, транспорте, иных отраслях экономики, понижению эффективности деятельности органов государственной власти и в результате – к существенному вреду жизни, здоровью и имуществу физических лиц. Важна скорость, с которой данные превращаются в полезную информацию, это и позволит уменьшить ущерб.

Появляется ещё одна схема работы – плата не за сам информационный продукт и его доставку, а за регулярность и своевременность доведения его до руководителей предприятий в критических ситуациях. И тогда стоимость услуги может определяться частью прибыли, полученной с её использованием, или процентом предотвращённого ущерба.

Способы представления данных с помощью заранее заготовленных готовых визуальных информационных панелей на принципах «самообслуживания», несмотря на их информативность, должны сочетаться с полностью автоматическими схемами получения, доставки, загрузки в БД ИС объектов обслуживания, агрегации, анализа, индикации данных, выявления ОПЯ с указанием уровня опасности и даже выполнения определённых действий по учёту воздействий. Для этого должен быть организован оперативный и беспрепятственный обмен данными между администраторами, аналитиками, разработчиками и руководителями на основе:

– интеграции распределённых и неоднородных данных;

– использования единого словаря параметров, общих классификаторов и кодификаторов;

– разработки сервисов доступа и обмена данными;

– создания технических решений для управляемого конвейера по сбору, каталогизации, интеграции, обработки, доставки, обмена и использования данных.

Появилась потребность в новых сервисах, таких как автоматическое выявление опасных явлений, доставка сведений о них населению и руководителям предприятий, индикация значений параметров по уровню опасности, оценка ущерба и т. д. Должно совершенствоваться, улучшаться и адаптироваться персонализированное обслуживание, предоставляя людям возможности принимать более оперативные и эффективные решения. Совершенствование методов персонализированного обслуживания для таких объектов, как самолёты,

вертолёты, поезда, карьерные самосвалы, турбины электростанций и другие, может обеспечить сокращение простоев, рост прибыли.

Руководителям промышленных предприятий необходимо знать локальные пороговые значения показателей, характеризующих ОПЯ. После того как они оценят ущербы, можно уточнить конкретные особенности сложившейся ситуации, выработать наиболее эффективные решения.

Обеспечив возможности мониторинга ситуаций и анализ данных, получаемых от Росгидромета, руководители промышленных предприятий смогут спрогнозировать возможные воздействия и предпринять правильные превентивные действия. Для этого должны разрабатываться планы адаптации к ОПЯ и изменениям климата, паспорта безопасности предприятий и территорий, совершенствоваться технологии доведения предупреждений об ОПЯ до руководителей предприятий, органов государственной власти и населения.

Чтобы уменьшить ущерб от ОПЯ необходимо:

– автоматизировать бизнес-процессы принятия решений в случае ОПЯ;

– определить действия, которые могут быть полезны с точки зрения снижения потенциальных потерь и ущерба;

– оценить и уменьшить риск бедствий и расширить возможности общества в борьбе с ними;

– повысить устойчивость общества и экономики к стихийным бедствиям – использовать междисциплинарные знания и новые технические решения;

– организовать эффективное и быстрое реагирование на ОПЯ, включая коммуникации для информирования руководителей и / или передачи рекомендаций;

– рассматривать весь спектр возможных событий, связанных с ОПЯ;

– повысить способность общества к восстановлению после явления;

– продемонстрировать общественности результаты снижения риска бедствий, что позволит повысить устойчивость общества в будущем.

Информация о воздействиях и рекомендации должны использоваться при разработке глобальных, региональных и отраслевых планов развития и подготовки к явлению. Своевременное принятие конкретных стратегий, планов, действий по смягчению последствий изменения климата – важное условие для устойчивого развития регионов в условиях меняющегося климата. Это может не только снизить негативный эффект от проявлений климатической изменчивости, но также привнести дополнительные выгоды для экономического развития, с точки зрения укрепления инфраструктуры.

Для повышения уровня автоматизации ГМО надо учитывать развитие измерительных систем, ИИ, ГИС и других достижений в области ИТ. Любое измерительное устройство должно легко подключаться к Интернету и демонстрировать безотказную работу. Пользователи и операторы сотовой сети не хотят иметь дела с устройствами, которые трудно настроить, подключить и заставить работать без перебоев. Число измерительных устройств в гидрометеорологии уже больше 1 000, работают они в разных регионах и в разных часовых поясах. Стоимость аренды каналов связи достаточно велика для УГМС, например в период опытной эксплуатации дождемеров эти устройства просто отключались. При использовании интернет-каналов возникает проблема роуминга для передачи данных через спутники. Другой проблемой является многообразие моделей мобильных телефонов от нескольких поставщиков и даже ОС, с помощью которых организуется передача данных.

Для массового развёртывания измерительных устройств должны быть способны мгновенно переключаться между разными провайдерами в зависимости от того, какой из них имеет наилучший охват и уровень сигнала, если необходимо обеспечить 99,9 % показатель безотказной работы устройств. Разработчикам необходимо сосредоточиться на простоте подключения устройств, надёжности их работы и доставке данных, мониторинге функционирования таких систем. Выход из строя любого датчика или подключение нового не должно влиять на работоспособность всей системы. Использование Интернета для сбора гидрометеорологических данных создаёт возможность по непрерывному слежению за обстановкой.

Сейчас очень важно обеспечить идентичность виртуального мира, чтобы он отражал физический мир в режиме реального времени. Если изменился какой-то процесс или объект, необходимо, чтобы их состояние сразу же отразилось в виртуальном мире. Если говорить о гидрометеорологических данных, то технологии отражения состояния окружающей среды имеются. Но плотность расположения датчиков в пространстве пока недостаточна. Есть в России районы, где на тысячи километров одна гидрометеорологическая станция. В ЕС среднее расстояние между станциями около 50 км. А вот сведения о состоянии пунктов наблюдений пока ещё не всегда релевантные. Так, например, координаты многих станций и постов, полученные 50 и более лет назад, измерены с точностью до минут, что даёт ошибку до 1 800 м в определении их места на карте. Изменения сведений об установках новых приборах их поломках производятся не в течение суток, а минимум через 7 дней и более.

Когда АМС устанавливаются в труднодоступных районах (в условиях экстремальной жары или холода) важно использовать решения, которые могут позволить контролировать состояние АМС (работает или нет) и требовать минимального технического обслуживания в течение длительного периода времени. Поэтому уже недостаточно установить АМС, ими надо управлять в рамках одной среды на принципах интернет-вещей.

Важно использовать IoT-решения, которые смогут поддерживать АМС в течение длительного времени без необходимости замены или постоянного обслуживания. АМС – это электронное устройство, и оно имеет определённый гарантийный срок работы 5 лет. Периодичность обслуживания таких устройств и датчиков увеличивается за счёт использования солнечной энергии (и, следовательно, в меньшей степени они зависят от батарей), или если они активируются из режима «сна» только при наступлении срока наблюдений.

Каждое устройство передаёт сравнительно небольшой объём данных за один срок, но по мере развёртывания всё большего количества устройств и датчиков, доступность полосы пропускания может стать серьёзной (и дорогостоящей) проблемой, которая может поставить под угрозу производительность сети и способность работать с данными в реальном времени. Поэтому уже на этапе проектирования таких систем необходимо создавать дополнительные возможности передачи данных.

Развитие современных средств слежения за изменениями параметров окружающей среды, погодных видеокамер, датчиков состояния дорожного покрытия (снег, гололёд, лужи) существенно ускорит выявление различных ОПЯ. Эффективность систем оповещения во многом зависит от расширения зон покрытия современной связью, созданием сервисов помощи для руководителей.

Накопленный опыт и знания превращаются в программные продукты и сервисы. В современных условиях продукты должны постоянно совершенствоваться, причём всё быстрее и быстрее (жизненный цикл новых версий программных средств сократился до одного месяца и менее). Необходимо быстро развивать цифровые сервисы на базе единой платформы с использованием средств интеграции распределённых и разнородных данных. Сервисы и средства для реализации платформенного подхода показаны в табл. 1.2.

При построении и выборе цифровых сервисов необходимо исходить из потребностей руководителей, а не из возможностей систем, функционал которых реализован в приложениях порталов, и внедрять в первую очередь то, что может повысить эффективность ГМО (например уменьшить время между

наблюдением и использованием информации у руководителей). Наличие единой платформы даёт возможность быстро запускать цифровые сервисы, гибко подстраиваясь под новые потребности руководителей предприятий. Необходимо развивать платформу, которая позволит получить данные из распределённых, неоднородных источников.

Таблица 1.2 – Сервисы и средства для реализации платформенного подхода

Сервисы			
Приложения общего доступа	Сервисы предварительной обработки	Сервисы доставки и использования данных	Внешние системы
Интеграционная шина			
Порталы, АРМы	ГИС Сервер, Индикация данных, МетеоМонитор	E-mail, FTP, SMS, веб-сервисы, МетеоАгент	ИС, бизнес-процессы, СППР, ЭММ
База интегрированных данных			
Наблюдения	Анализы	Прогнозы	Климат
Разнородные и распределённые источники данных			

Требуется также повысить надёжность работы технологий обслуживания руководителей, обеспечить актуальность данных, доводить данные до бизнес-процессов предприятий. Эти требования влияют на обслуживание руководителей и повысят эффективность ГМО. Сделать бизнес-процессы на предприятиях, зависящие от ГМУ, более эффективными можно с помощью инструментов автоматического выявления ОПЯ, автоматического доведения до руководителей в зависимости от уровня опасности. Реализация предложенных выше решений существенно повысит уровень автоматизации ГМО, создаст конвейерный вариант обработки данных, начиная от сбора данных и заканчивая их использованием у руководителей предприятий.

Все эти достижения приведут к тому, что практически вся информация об ОПЯ будет доступна в сети. В любое время, где бы не был руководитель, появится возможность получить любую информацию о состоянии окружающей среды, включая рекомендации для принятия решений. В случае ОПЯ компьютер сам напомнит о том, что объект экономики находится в зоне стихийного явления и что надлежит сделать, чтобы обезопасить предприятие. У руководителей должны произойти существенные изменения в области:

– аналитики – руководители предприятий должны получить более полное представление о необходимых данных и уверенность в них с точки зрения качества данных и использования их в своих прогнозах;

– хранения данных – руководители должны расширить свои возможности по обмену данными за счёт их гармонизации и интеграции;

– интеллектуального анализа данных за счёт гибких решений по их использованию в различных приложениях (использования полидисциплинарных данных, их агрегации, расчёта новых показателей, индикации показателей на основе пороговых значений);

– визуализации данных – руководители должны улучшить понимание данных с помощью визуальных элементов и динамического представления диаграмм, графиков, карт на информационных панелях;

– мобильности – данные об ОПЯ должны доставляться только тем руководителям, которых находятся в районе опасности и представлены в компактной, понятной и информативной форме;

– совместной работы с данными – руководители улучшат свои возможности по беспрепятственному обмену данными между различными приложениями;

– автоматизации бизнес-процессов, связанных с учётом влияния ГМУ на деятельность промышленных предприятий.

Для повышения эффективности ГМО руководителей предприятий требуется:

– выявить, параметры, необходимые для каждого бизнес-процесса управления деятельностью предприятия, а также характеристики состояния и развития объектов экономики;

– определить необходимые виды данных, форматы их представления, время поступления, возможное время задержки с поступлением данных для каждого бизнес-процесса;

– разработать методы оценки и получения показателей, характеризующих состояние окружающей среды;

– описать бизнес-процессы, использующие ГМИ, где будет чётко показано время, место, вид, форма представления данных от начала бизнес-процесса до его окончания;

– улучшить или разработать новые методы прогнозов состояния среды в зависимости от развития хозяйственной и иной деятельности (в масштабах – населённый пункт, город, район, область, край, республика, федерация) для различных отраслей и видов деятельности;

– произвести оценку влияния ОПЯ на объекты экономики;

– создать БД пороговых значений показателей ОПЯ для отдельных объектов экономики и видов деятельности;

– оптимизировать принятие решения за счёт расчёта оценок ущерба и стоимости превентивных мероприятий.

При этом необходимо разработать программно-технические средства, позволяющие:

– проводить регулярный анализ текущих данных на предмет выявления превышений пороговых значений показателей ОПЯ для каждого типа объектов экономики и видов деятельности, выполняемых на этом объекте;

– получить совмещённые графики изменений параметров среды и состояния оборудования на экономических объектах во времени для визуального анализа и прогноза возможных изменений на объектах экономики;

– подключить модели для оценки воздействий, в том числе оценки возможных прибылей или ущерба, уточнения рекомендаций по принятию решений;

– иметь персонализированное место руководителя, в которое будет поступать вся необходимая для выбранного промышленного объекта текущая, диагностическая, прогностическая и климатическая информация для принятия текущих, тактических и стратегических решений.

Для подготовки различных анализов необходимо проводить обработку больших потоков данных. Потоковые данные (реанализы) применяются там, где нужен анализ распределённых событий – по географическому местоположению и времени. Потоковые данные – это спутниковые изображения, реанализы, на основе которых можно построить карты изолиний. На основе этих данных можно:

– отслеживать движение облаков;

– контролировать температуру поверхности Земли;

– контролировать выполнение превентивных мероприятий в период ОПЯ;

– рассчитать их опасность для различных объектов;

– распознать результаты воздействий ОПЯ на объекты;

– анализировать выделение типовых синоптических ситуаций на основе реанализов распределения атмосферного давления, температуры воздуха, ветра и других параметров за большой период времени;

– автоматизировать рутинные и критически важные бизнес-процессы с учётом накопленных знаний (правил) на предприятии (программные роботы);

– оптимизировать различные бизнес-процессы на основе анализа альтернативных решений с целью уменьшения ущерба от ОПЯ или повышения эффективности работы предприятия с учётом благоприятных условий погоды (оптимальный курс судна при переходе через океан с учётом ветра, волнения, ледовых условий);

– автоматически обнаруживать метаданные и управлять данными (обновлять, контролировать, загружать в БД, обрабатывать и доставлять руководителям);

– анализировать непрерывно информационные ресурсы с учётом правил их обработки;

– предсказать возможные воздействия ОПЯ на население и деятельность промышленных предприятий и выдать рекомендации;

– передать решения автоматическим устройствам, например при повышении температуры в теплоцентрали при прогнозе похолодания.

Имея несколько источников конкурирующих данных и информационной продукции, организациям необходимы решения по управлению данными для создания единого надёжного представления информации и использования данных в реальном времени в качестве критически важного актива. Необходимо работать со всеми данными в едином информационном пространстве, что позволит автоматизировать и управлять жизненным циклом интегрированных данных. Интеграция данных устраняет несоответствия данных и дубликаты, создаёт единую версию данных, к которой получают доступ потребители. Интеграция данных обеспечит бесперебойную работу непрерывного конвейера интеграции и поставки данных руководителям данных со скоростью развития бизнеса. На основе интегрированных данных можно быстро развернуть новые приложения за меньшее время и с меньшими затратами [94, 96, 117].

Производимая информационная продукция, состояние объектов находятся в движении, и необходимо знать, какая гидрометеорологическая обстановка складывается вокруг объекта и что надо делать в случае её ухудшения. Для этого необходимо знать, что, когда, кому доставлено и как использовано, т.е. нужен мониторинг ГМО. Для этого должны собираться значения метрик, характеризующих работу потребителей, процессы обработки, получения, доставки и использования информационной продукции.

Действия, связанные с предотвращением воздействий ОПЯ на работу промышленности, транспорта, сельского хозяйства, деятельность государственных органов с целью обеспечения безопасности населения и его жизнедеятельности в период явления должна обеспечиваться нормативными документами.

К сожалению, в настоящее время недостаточно проработаны правовые нормы во взаимоотношениях учреждений, исследующих окружающую среду, с руководителями промышленных предприятий. Существуют детальные документы только для отдельных ситуаций, например в случае отрыва льда с рыбаками-любителями на нём. Нормативно-методическая база оценки последствий изменений климата и воздействий ОПЯ также требует существенного развития. Главными вопросами здесь являются обязательность (или нет) использования системы в случае опасного явления, и кто будет отвечать за последствия принятия решений в случае убытков на предприятии? То есть все правила поведения при ОПЯ, внесённые в СППР, должны максимально использовать существующие нормативно-методические документы, вручную проверяться и тестироваться совместно с руководителем предприятия.

В Китае [83] бездействие руководителей предприятий в период ОПЯ, приведшее к существенному материальному ущербу в промышленности, на транспорте, сельском хозяйстве или иных отраслях, предприятиях, имеющих стратегическое значение, а также в деятельности государственных органов, юридических лиц, или причинившее существенный вред жизни, здоровью и имуществу физических лиц, наказывается штрафом или увольнением.

Деятельность по поддержке принятия решений должна определяться потребностями пользователей, а не приоритетами научных исследований, и эти потребности пользователей не всегда известны заранее, но должны определяться совместно и многократно в процессе постоянной двусторонней коммуникации между производителями знаний и лицами, принимающими решения.

Уменьшение опасности бедствий» для платформы взаимодействия с пользователями Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания. ВМО. 2014.

2 Методические основы цифровой трансформации гидрометеорологического обеспечения потребителей

2.1 О смене парадигмы гидрометеорологического обеспечения потребителей

2.1.1 Существующая парадигма гидрометеорологического обеспечения

Гидрометцентр России выдаёт предупреждения об ОПЯ 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 явления. Эта продукция характеризуется передачей сообщений в полуформализованном виде с указанием места, времени и интенсивности ОПЯ, а в последние годы с указанием уровня опасности в виде «светофора» [57]. С внедрением нового кода передачи сведений об опасных явлениях от метеостанций (WAREP), формируемого автоматическим образом [21], сведения о них передаются в формализованном виде.

Уже много лет широко используется следующая парадигма ГМО сведениями об ОПЯ. Прогностические организации Росгидромета выдают гидрометеорологические прогнозы и предупреждения об ОПЯ 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 Кодексе торгового мореплавания Российской Федерации (введён Федеральным законом от 28.07.2012 № 132-ФЗ) в Статье 5.1 «Плавание в акватории Северного морского пути», п. 3 «Функции администрации СМП» записано: «5) выработка рекомендаций по разработке маршрутов плавания судов и использованию судов ледокольного флота в акватории Северного морского пути с учётом гидрометеорологической, ледовой и навигационной обстановки в указанной акватории».

В настоящее время зарождается *новая парадигма – штормовое предупреждение-консультация*, когда прогнозы и предупреждения об ОПЯ сопровождаются прогнозами возможных воздействий в зависимости от уровня опасности явления [65]. Содержащаяся сейчас в предупреждениях информация об ОПЯ иногда описывает ожидаемые воздействия. И примеры таких прогнозов уже имеются: «4 марта 2015 г. ожидается сильный шторм на Крымском побережье, который может привести к задержкам или отмене рейсов паромов, может нанести ущерб судам и портовой технике»; «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» [63, 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 ОПЯ для отдельных производственных процессов, знания воздействий и выдачи рекомендаций для поддержки решений.

Большинство НГМС передают предупреждения об ОПЯ, которые, основаны на общих пороговых значениях параметров, например, скорость ветра >15 м/с. Предупреждения передаются по мере возникновения или прогноза ОПЯ и характеризуются конкретными заголовками, с указанием уровня опасности путём цветного кодирования «светофор» или цифрового указания категории опасности (баллы силы ветра или степени волнения).

Одни те же ОПЯ по-разному влияют на различные предприятия и виды деятельности, выполняемые на них, поэтому требуется определить пороговые значения гидрометеорологических параметров для объектов и даже отдельных видов деятельности, для каждого из них должны составляться целевые предупреждения. Учитывая большое число предприятий и видов деятельности, подготовка таких сообщений должна быть автоматизирована. То есть на основе прогностических данных в узлах регулярной сетки должны автоматически формироваться предупреждения с прогнозом ОПЯ, а на основе оперативных данных составляться сообщения о происходящих ОПЯ.

Изменения климата сами по себе не являются благоприятными, неблагоприятными или опасными. Воздействия этих изменений обычно являются субъективными и различаются для регионов, стран, видов деятельности, в зависимости от расположения объекта. Воздействия ОПЯ возникают не только из-за их опасности, но и из-за уязвимости человека, техногенных и природных объектов. Сами изменения климата не вызывают бедствий, но они увеличивают количество ОПЯ, а, следовательно, подвергают большему риску население и промышленные объекты, находящиеся в районе их прохождения. Необходимо сосредоточить внимание на снижении уязвимости за счёт развития поддержки решений, чтобы уменьшить риски от всех бедствий. Для этого надо оценить подверженность, уязвимость и хрупкость материальных и нематериальных объектов, средств к существованию населения, особо охраняемых природных территорий, существующих транспортных инфраструктур, жилья. Только благодаря учёту таких факторов, как уязвимость от ОПЯ инфраструктуры жизнедеятельности человека и поведения людей при этих явлениях, можно минимизировать неблагоприятные воздействия ОПЯ. То есть необходимо, кроме передачи предупреждений об ОПЯ, выдавать сведения о возможных воздействиях на промышленный объект и население.

Заблаговременные предупреждения сейчас основываются в основном на общих пороговых значениях параметров, например, скорость ветра >15 м/с, толщина выпавшего снега >30 см и другие, определённых в Руководстве [63]. Некоторые управления Росгидромета уже используют локальные пороговые значения отдельных параметров для выявления ОПЯ. Одно и то же ОПЯ по-разному влияет на различные предприятия и производственные процессы, выполняемые на них, поэтому требуется определить не просто пороговые значения параметров, но и дать их уточнения для каждого промышленного объекта и вида деятельности на нём.

Предупреждения об ОПЯ должны выдаваться для каждого типового объекта и вида деятельности отдельно. Учитывая большое число предприятий и видов

деятельности, выполняемых на объекте. То есть на основе оперативных данных, получаемых из Глобальной сети телесвязи, должны составляться сообщения о происходящих ОПЯ для каждого объекта, а на основе прогностических данных в узлах регулярной сетки должны автоматически формироваться сообщения о прогнозе ОПЯ.

Научные достижения в области гидрометеорологических прогнозов обеспечивают возможность предоставления руководителям промышленных предприятий предупреждений об ОПЯ с такой точностью и заблаговременностью, которые позволяют на их основе выдавать прогнозы возможных воздействий ОПЯ до уровня отдельных поселений. В этой связи совершенствование наблюдательных и прогностических систем, средств доведения предупреждений продолжает оставаться необходимой, но недостаточной предпосылкой для уменьшения неблагоприятных воздействий ОПЯ.

Заблаговременные предупреждения позволяют уменьшить ущерб при наступлении ОПЯ, оптимизировать производственные процессы [85]. Получение выгоды от предупреждений об ОПЯ зависят от своевременности доведения информации до руководителей предприятий, их способности использовать полученную информацию и предпринять эффективные действия.

2.1.2 Развитие парадигмы гидрометеорологического обеспечения

В качестве следующего шага в эволюционном процессе развития ГМО предлагается помимо прогноза воздействий обеспечивать руководителей рекомендациями для поддержки решений с возможностью (перед наступлением ОПЯ) оценки ущерба и расчёта стоимости превентивных мероприятий. В основе реализации новой парадигмы ГМО лежит:

– автоматическое обеспечение руководителей и населения сведениями об ОПЯ, включающими значения показателей ОПЯ – индивидуальные для каждого промышленного предприятия и вида деятельности;

– выдачу совместно с предупреждением об ОПЯ прогноза возможных воздействий на различные объекты и набора рекомендаций для выполнения превентивных мероприятий, предназначенных для передачи такой информации на различные уровни управления промышленными объектами;

– предоставление текущих и прогностических значений параметров с помощью различных схем сигнализации;

– оценку возможного ущерба, расчёта стоимости превентивных мероприятий до начала ОПЯ.

Пороговые значения показателей ОПЯ для такой парадигмы должны определяться и уточняться руководителями в соответствующих паспортах предприятий в зависимости от типа объекта, вида деятельности (производственного процесса), места проявления ОПЯ, климатической зоны, сезона года, уровня опасности для каждого объекта. Например, пороговые значения ОПЯ для работы порта будут отличаться для различных производственных процессов – стоянка судов в порту, работа кранов.

Примеры такого обслуживания имеются. Согласно приложению к Соглашению между Росгидрометом и Минтрансом России в перечень работ специального назначения и услуг включено обеспечение не только прогнозами, штормовыми предупреждениями, но и рекомендациями [63, с. 98; 80].

Переход к парадигме, основанной на прогнозе воздействий, позволяет выдавать предупреждение для любого сочетания наблюдаемых параметров, более правильно выбрать решение по проведению превентивных мероприятий. Например, прогноз о превышении локальных пороговых значений показателей температуры и относительной влажности в весенний сезон или в середине лета может стать причиной уменьшения или увеличения уровня опасности предупреждения о жаре; или прогнозируемый паводок может оказать гораздо большее воздействие на густонаселённой территории по сравнению с сельскохозяйственными районами (фактор уязвимости). Уязвимость может меняться в зависимости от ОПЯ и колебаться в зависимости от состояния инфраструктуры, а также подверженностей или чувствительности групп населения. Уязвимость сама по себе может уменьшаться со временем по мере выполнения стратегических мероприятий.

Эволюция парадигмы ГМО – от общих прогнозов погоды к предупреждениям о воздействиях - показана в табл. 2.1 на примере ливневого дождя.

Таблица 2.1 – Эволюция парадигмы ГМО на примере предупреждений ОПЯ «Сильный дождь» [72]

Тип сообщения	Формулировка сообщения	Факторы
Общий прогноз	22 апреля в Москве день будет холодным, ветреным и дождливым, временами сильный дождь, ожидаемый во второй половине дня и вечером.	ОПЯ
Предупреждения с фиксированными пороговыми значениями	22 апреля в районе Геленджика от 14.00 до полуночи ожидается выпадение осадков от 30 до 40 мм.	ОПЯ

Окончание таблицы 2.1

Тип сообщения	Формулировка сообщения	Факторы
Предупреждения с определёнными пороговыми значениями	Завтра 23 апреля в горах Северного Кавказа днём ожидается сильный дождь с возможной интенсивностью осадков 3 мм/10 мин, в результате которого будет переполнение дренажной системы	ОПЯ, уязвимость
Предупреждения с пространственной и/или временной вариацией пороговых значений	Пространственные различия в метеорологическом предупреждении: 23 апреля в низменных районах от 14.00 до полуночи ожидается выпадение осадков от 20 до 30 мм; суммарные осадки от 50 до 60 мм возможны на высотах более 1 500 м, возможно наводнение. Временные различия в метеорологическом предупреждении: суммарные осадки от 15 до 20 мм ожидаются 23 апреля во второй половине дня в часы пик, возможны затруднения в работе транспорта.	ОПЯ, уязвимость
Предупреждение, основанное на прогнозе воздействий ОПЯ на население и промышленные предприятия	23 апреля от 14.00 до полуночи ожидаются суммарные осадки от 20 до 30 мм; результатом этого может быть закрытие дорог из-за наводнения в юго-восточном районе области. Различие с предыдущей ситуацией заключается в том, что предупреждения, основанные на пороговых значениях, неопределённо указывали на наводнение; предупреждение, основанное на воздействиях, конкретно упоминает о воздействии наводнения на работу транспорта.	ОПЯ, уязвимость
Предупреждение о последствиях воздействий ОПЯ на дорожное движение	Ожидаемое время поездки по дороге, вероятно, будет на один час дольше из-за серьёзного нарушения дорожного движения на юго-востоке области 23 апреля днём, вызванного местным наводнением, которое ожидается после сильного дождя.	ОПЯ, уязвимость, подверженность

2.2 Подходы по развитию новой парадигмы гидрометеорологического обеспечения

Развитие новой парадигмы гидрометеорологического обслуживания связано с тем, что объём решений для руководителей предприятий фактически вступил в противоречие с возможностью быстрой и эффективной выработки решений для обеспечения безопасности промышленных объектов и населения. Для усиления интеллектуальной мощи руководителей создаются средства поддержки решений.

СППР в области гидрометеорологии предназначены для уменьшения времени на доведение до руководителей информации, которую требуется проанализировать для принятия того или иного решения. Такие системы позволяют довести информацию до руководителей не в форме цифр, а в форме сведений о воздействиях, проектов мероприятий, оценок ущерба и затрат на превентивные мероприятия. Модель принятия решений в случае ОПЯ представлена на рис. 2.1.

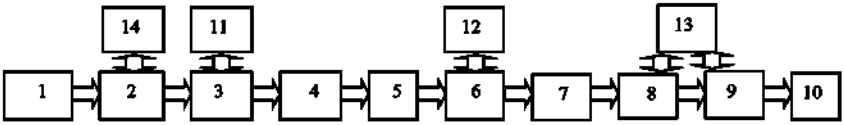

Рисунок 2.1 – Модель принятия решений в случае ОПЯ:

1 – источники данных (наблюдённые, аналитические, прогностические и климатические значения);
2 – интеграция распределённых и неоднородных данных;
3 – выявление ОПЯ;
4 – оценка уровня опасности для конкретных объектов;
5 – формирование сообщения об ОПЯ;
6 – передача сообщения руководителям;
7 – получение прогноза возможных воздействий и рекомендаций для принятия решения;
8 – оценка возможного ущерба от ОПЯ;
9 – расчёт стоимости превентивных мероприятий;
10 – выбор решения в зависимости от ущерба, стоимости превентивных мероприятий;
11 – более детальное знакомство со сложившейся гидрометеорологической обстановкой;
12 – БД пороговых значений гидрометеорологических параметров;
13 – БД «Технико-экономическая информация об объекте»;
14 – метаданные.

Необходимо, чтобы результаты анализа информации были доступны руководителям в нужное время и по разным коммуникационным каналам (через электронную почту, корпоративный портал, смартфон, сотовый телефон).

Можно выделить четыре стадии автоматизации развития ГМО промышленных предприятий, органов государственной власти и населения с использованием СППР:

- информационная;
- информационно-советующая;
- полуавтоматическое управление;
- автоматическое управление.

В настоящее время ГМО находится **на информационной стадии своего развития**. Наблюдательные подразделения Росгидромета проводят измерения (наблюдения) параметров обстановки, выявляют ОПЯ и сообщают сведения о них по глобальной сети телесвязи в УГМС и далее – в Москву. УГМС и Гидрометцентр России доводят эти сведения до руководителей предприятий. Все решения по проведению превентивных мероприятий или повышению эффективности бизнес-процессов с использованием ГМИ принимаются руководителями. Потребитель сам заказывает необходимую ему информацию, определяя географический район или точку, для которых нужна информация, состав необходимых параметров и масштаб их обобщения, наиболее удобную форму связи, формат передачи данных, сроки передачи. В последние годы наблюдается автоматизация доставки необходимых данных по электронной почте или на ftp-сервер. Далее руководитель сам загружает эти данные в существующие ИС и бизнес-процессы предприятия. Использование данных при принятии решений лежит на совести руководителей.

Информационно-советующая стадия обеспечения руководителей только зарождается. На основе подписки на регулярное ГМО руководителям автоматически доставляется информация об ОПЯ (название явления, значение показателя опасности, уровень опасности), ссылки для более детального знакомства со сложившейся гидрометеорологической обстановкой, прогнозом возможных воздействий на предприятие и виды деятельности, рекомендациями для принятия решений. Решения на этой стадии также принимают руководители. С этой стадии не руководитель должен инициировать начало работы с системой, а система должна автоматически оповещать руководителей о возникновении ОПЯ. Такое информационное обеспечение должно развиваться для различных бизнес-процессов, выполняемых на предприятиях, зависящих от ГМУ.

Сейчас уже нужно думать о **стадии полуавтоматического управления**, когда СППР не только выдаёт руководителям информацию о воздействиях и рекомендации, но также частично осуществляет прямое управление в виде выдачи команд исполнительным механизмам и коммутационным устройствам за счёт автоматической доставки и в полу-ручном режиме принятие управленческих решений. Такой режим управления применяется для:

– автоматического увеличения температуры горячей воды в отопительной системе при уменьшении температуры воздуха на улице. Холдинг «Росэлектроника» (https://www.cnews.ru/news/line/2021-02-12_roselektronika_zapuskaet) уже испытывает автономные теплонасосные системы, которые

позволят круглый год регулировать температурный режим и подачу горячей воды в многоквартирных домах независимо от работы централизованной системы отопления;

– коррекции работы кондиционеров при увеличении температуры наружного воздуха;

– усиления или уменьшения мощности рефрижераторных установок для поддержания определённой температуры в холодильниках при перевозке фруктов и овощей из южных в северные районы страны.

Безусловно, в связи с усилением зависимости различных устройств и технологических процессов, зависящих от ГМУ, появится необходимость прямого их управления за счёт автоматического учёта таких показателей, как влажность воздуха, атмосферное давление и т. д. Руководитель, используя свой опыт и интуицию, корректирует (подтверждает) выполнение управляющих функций системы. Так, если система теплоснабжения зданий устарела, то в период сильного похолодания не стоит увеличивать давление в системе, т.к. это может привести к прорыву, а далее и замерзанию труб с водой и выходу из строя всей системы теплоснабжения здания. На этой стадии руководители должны получать сведения об ОПЯ автоматически по мере их выявления.

Стадия автоматического управления предусматривает получение всей информации системой в автоматическом виде за счёт доведения и её использования на объекте. Руководитель наблюдает за ходом процесса управления, у него есть возможность вмешаться в процесс с целью проверки правильности решения или отмены автоматического режима управления. Такой метод управления должен применяться в автопилотах самолётов, автомашин, судов, роботах – везде, где необходим автоматический учёт состояния гидрометеорологической обстановки.

Поддержка решений нужна на следующих этапах жизненного цикла объектов:

1. Прогнозирование развития промышленного региона с учётом риска ОПЯ. При развитии промышленного производства в каком-то регионе необходимо учитывать природные условия. В каждом регионе есть свой перечень ОПЯ, которые рано или поздно могут повлиять как на дальнейшее развитие производства, так и на существующую или проектируемую инфраструктуру производства, а также безопасность жизнедеятельности человека. Уже на этой стадии должен осуществляться прогноз воздействий, важно иметь климатические оценки природных условий, вероятность ОПЯ, а также риски от тех или иных явлений для нескольких вариантов развития.

2. Планирование. На основе прогноза развития промышленного региона с учётом риска ОПЯ, имеющихся производственных ресурсов, выбирается соответствующий вариант развития. На данном этапе СППР позволяет быстро и эффективно оценить возможные воздействия ОПЯ на промышленные предприятия и население с оценкой ущерба для каждого варианта, а также рекомендации по смягчению этих воздействий с учётом их стоимости.

3. Инженерное проектирование. Проектировщики используют СППР для того, чтобы определить возможные воздействия на конкретные проектируемые объекты – где проложить трубопровод с учётом возможного затопления территории, на какой высоте построить пирс, где поставить склады для хранения грузов и т. д.

4. Строительное проектирование. На этом этапе важно учесть взаимосвязь строящихся объектов и возможных ОПЯ. Например, дорога, проложенная вдоль реки может служить дамбой, но при определённом уровне воды, превышающем отметку дороги, происходит перелив воды через дорогу, её размыв, что может привести к появлению новых районов затопления. При строительном проектировании расположения предприятий важно учесть розу ветров (строить жилые здания со стороны откуда наблюдается преобладающее направление ветра), количество выпадающих осадков (при большом количестве осадков необходимо иметь больше крытых складов в порту) и т.д.

5. Строительство. Этот этап заключается в информационном обеспечении оперативными наблюдениями и прогностическими данными строительных и монтажных работ на сооружаемых объектах и сооружениях. Здесь необходимо учитывать воздействия ОПЯ, происходящие в момент строительства.

6. Эксплуатация промышленного объекта или сооружения. Ключевой задачей на этом этапе является построение эффективного процесса учёта воздействий текущих и прогнозируемых ГМУ в бизнес-процессах предприятий. СППР здесь поможет вовремя принять превентивные меры для предотвращения или смягчения последствий ОПЯ, а также повысить эффективность выполняемых бизнес-процессов, зависящих от ГМУ.

7. Утилизация объекта. Последнему этапу жизненного цикла промышленных объектов пока уделяют очень мало внимания. Мало ещё эффективных технологий, позволяющих в плановом порядке вывести предприятия из эксплуатации, законсервировать их и обеспечить безопасный долговременный режим консервации или даже освободить место для другого объекта. То есть кроме мониторинга состояния самого объекта необходимо учитывать прохождение ОПЯ, которые могут повлиять на обеспечение безопасности режима консервации.

На каждой стадии жизненного цикла развития объекта существуют различные источники природных опасностей, свои воздействия этих опасностей на предприятия и население. И это надо учитывать в регламентах ГМО руководителей предприятий.

СППР предназначена для планирования работ, исходя из текущего и прогнозируемого состояния окружающей среды, условий эксплуатации предприятий. СППР позволяют оценивать возможные воздействия и последствия изменений показателей среды. Возможные воздействия служат основой для планирования упреждающих превентивных мероприятий, своевременное выполнение которых позволит сократить количество аварий, внеплановых ремонтов, минимизировать время простоя, повысить безопасность, свести к минимуму негативное влияние на окружающую среду, страховые издержки и прочие риски.

С помощью СППР можно постоянно анализировать сложившуюся ситуацию для каждого объекта и различных видов деятельности на них. Система должна выдавать сообщения либо через равные промежутки времени, каждый раз, когда отклонение ГМУ от нормы (аномалия) становится больше допустимого или, когда тенденция изменения значений параметра превышает пороговое значение. Последнее очень значимо, например, при резком подъёме или спаде уровня моря, изменении атмосферного давления. Объём необходимой и достаточной информации определяется частотой наблюдений, выбирается такой, чтобы существенные отклонения не были пропущены. При этом следует учитывать экономические аспекты – стоимость получения и обработки информации, возможные потери от её отсутствия или недостаточности.

Принятие решений включает три этапа – оценку сложившейся ситуации, выработку вариантов решений и выбор наиболее эффективных мероприятий. На сегодняшний день в гидрометеорологии реализован только первый этап – оценка сложившейся обстановки, выработка вариантов решений и выбор мероприятий остаётся за руководителем. Если руководитель колеблется в принятии решения, не может решиться на принятие решения, то он должен ответить на следующие вопросы. Что я получу, если это сделаю? Что я получу, если это не сделаю? Что я потеряю, если это сделаю? Что я потеряю, если это не сделаю? Анализ этих ответов позволит принять более правильное решение.

Ещё более важно дать руководителю и населению информацию о том, что может произойти и что надо делать перед, в период и после явления. При этом должны использоваться интегрированные данные, с помощью которых рутинные наблюдения гидрометеорологических параметров преобразуются в управленческие показатели с индикацией их значений по уровню опасности.

Важной особенностью СППР является возможность предварительной оценки планируемых действий, а также при наличии производственно-хозяйственных показателей объекта – вычисление экономических потерь от последствий ОПЯ. Для этого по отдельным мероприятиям можно вычислить разность между возможным ущербом и стоимостью превентивных мероприятий. Действиям, которые не приводят к существенному экономическому ущербу, присваивается более низкий приоритет их выполнения. Таким образом, определяется, когда уровень затрат превышает выгоды от соответствующего снижения ущерба для общества. Просмотр графиков важнейших показателей с указанием уровня опасности позволит видеть их тренды.

Схема адаптации общества к ГМУ представлена на рис. 2.2. Основная идея заключается в следующем. Зная тип явления и его показатели, можно заранее определить перечень возможных воздействий на промышленные объекты и население. Зная воздействия, можно составить рекомендации по уменьшению и предотвращению этих воздействий, а также повышению эффективности выполняемых видов деятельности.

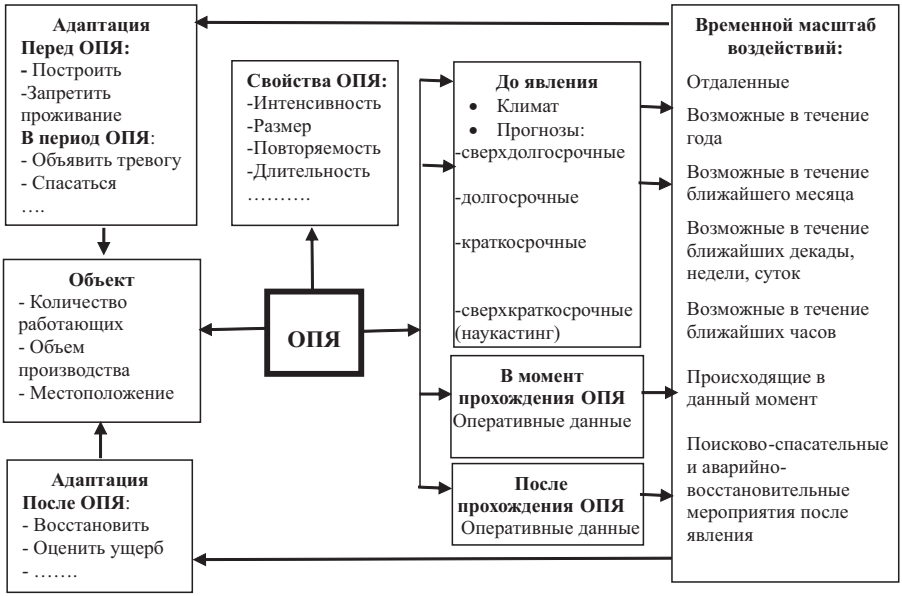

Рисунок 2.2 – Схема адаптации общества к ОПЯ

Воздействия и рекомендации должны различаться в зависимости от типа промышленного объекта; видов деятельности, выполняемых на объекте;

уровня управления; сезона года; климатической зоны, в которой находится объект. При формализации можно указать автора того или иного воздействия или рекомендации, ссылки на описания ситуаций с другими ОПЯ. Информация о состоянии среды поступает в СППР, в которой должна быть технико-экономическая информация (ТЭИ), на основе этих данных система выдаёт рекомендации и уточняет их с помощью ЭММ. Основная задача здесь – это создание БЗ и правильный подбор ЭММ, учитывающих все варианты условий и экономических критериев. Для принятия решений на объектах экономики необходима информация о них:

– информация об объектах экономики и видах деятельности;

– сведения о подразделениях организации, их ответственность, функции, состав;

– описания бизнес-процессов, в которых учитывается ГМУ;

– данные, необходимые для осуществления превентивных мероприятий (количество трудовых ресурсов, транспортных средств, оборудования, другое);

– правила и процедуры, используемые при исполнении решений;

– описание навыков и приёмов (опыт), накопленных работниками организации и используемых ими при исполнении процессов принятия решений;

– показатели, используемые для оценки, анализа эффективности и результативности принятия решений.

СППР должна:

– учитывать воздействия, как в точках, так и по площади;

– выдавать рекомендации для отражения воздействий различных явлений;

– иметь возможность анализа влияния условий среды на объекты экономики в любом географическом районе;

– выдавать как воздействия, вызванные условиями окружающей среды, так и обусловленные деятельностью человека, связанную с окружающей средой;

– различать воздействия и изменения, обусловленные различными ОПЯ, а также их совместным эффектом.

Система должна позволять работать в условиях уменьшения потоков данных за счёт использования других источников данных. Например, при отсутствии сверхдолгосрочных прогнозов система должна выдавать рекомендации на основе климатических данных.

Система должна сигнализировать в тех случаях, когда объекты оказались или могут оказаться в зоне ОПЯ, например, в тумане, шторме, тропическом циклоне, в районе с высокой вероятностью встречи со льдами. Для этого

необходимо определить набор пороговых значений показателей явлений. Когда система выделит эти значения в потоке поступающих оперативных данных, она сообщит руководителям предприятий и населению о том, что происходит опасное явление.

СППР должна обладать полномочиями советчика, а руководитель предприятия должен решать – «принять или не принять» совет от системы. По существу, руководитель должен достаточно быстро оценить корректность её совета. Назначение такой системы – облегчить руководителю принятие решений, визуализировать в наглядной форме сложившуюся ситуацию, представить возможности выбора эффективного решения, не создавая руководителю лишних трудностей.

Эффективными методами совершенствования управления предприятиями при прохождении ОПЯ являются средства аналитики, работающие в режиме реального времени и поддержки решений. Когда обнаружена та или иная ситуация с опасным явлением должна применяться аналитика, чтобы предсказать возможные последствия. Лучшая ситуационная осведомлённость ведёт к оптимальному, более быстрому принятию решений, снижению ущерба и уменьшению рисков. Выделение ОПЯ из потока данных, аналитика, визуализация небольшого объёма данных, оптимизация и даже сотрудничество в социальных сетях позволяют инициировать действия людей по выполнению превентивных мероприятий.

Фактически из-за сложности объектов управления нет надежды на то, что исходные знания о них и способах управления ими будут достаточно полны на первоначальном этапе использования СППР. Объекты экономики изменяются во времени (появляются новые виды деятельности, увеличивается объём выпускаемой продукции и т.п.), что должно быть учтено в системе. Поэтому в системе сведения об объектах, возможных воздействиях и рекомендации должны постоянно корректироваться и пополняться новыми знаниями.

Важным моментом создания системы поддержки решений является оценка влияния ОПЯ на объекты экономики и население. Этот процесс включает такие этапы, как идентификация, анализ, определение степени влияния явлений на объекты экономики, идентификация отдельных объектов со сложными социальными или техническими условиями, идентификация экономической уязвимости, идентификация вторичных воздействий от аварий и катастроф на промышленных объектах, идентификация неосвоенных областей с высоким риском. Необходимо все знания учёных и специалистов, зарегистрированные и не занесённые в литературные источники, ввести в БЗ, предварительно формализовав их. БЗ обладают большими возможностями по сравнению с общепринятыми формами представления знаний.

Традиционные формы представления знаний имеют следующие ограничения: большое время поиска, разброс знаний по различным источникам, иногда даже противоречивость знаний в них. Применение БЗ наиболее эффективно, когда:

– традиционные способы формализации описания управления и процедуры управления реализовать невозможно, например, размерность задачи такова, что её практическое решение известными методами невозможно (число уравнений в системе сотни и даже тысячи);

– решение принимается на основе интуиции, опыта и описать его математически невозможно;

– имеется достаточно обширная классификация ситуаций;

– алгоритм поиска знаний существует, но его реализация очень сложна и практически нереализуема;

– наблюдаются постоянные изменения и пополнения знаний, используемых в процессе поиска решений;

– требуется диалоговый выбор решений из числа выданных рекомендаций посредством оценки возможного ущерба и стоимости превентивных мероприятий;

– можно сформировать цепочки ситуаций, связанных в единую БЗ.

Действия, которые необходимо выполнить, зависят от прогнозируемых воздействий. В сообщениях об ОПЯ нет информации о возможных воздействиях, в наблюдениях и результатах расчётов могут быть ошибки, для одних и тех же гидрометеорологических условий на разных объектах и в зависимости от времени года могут быть разные решения, т. е. имеется неоднозначность. Всё это говорит о том, что мы имеем дело с неформализованными задачами.

Основой БЗ являются правило If This Then That: *«Если произойдёт (или происходит, или произошло) ОПЯ, то тогда возможны Воздействия (Последствия) и необходимо выдать следующие Рекомендации»*.

Язык описания знаний должен отражать не только количественные факты и соотношения, характеризующие условия, но и качественные знания, которые не могут быть представлены в числовом виде, например тенденция скорости ветра (усиливается, ослабляется), атмосферное давление (растёт, падает) и др.

Рассмотрим примеры описания таких правил в полуформализованном виде для прогноза воздействий (пример 1), прогноза наводнения (пример 2), прогноза рыбопромысловых условий (пример 3), оценки территории по тепловому воздействию солнечной радиации и формам рельефа (пример 4), прогнозов различных условий (пример 5).

ПРИМЕР 1. Если на судно воздействуют различные ОПЯ (обледенение, наводнение, шторм или туман), то происходят следующие воздействия <текст>, и необходимо выполнить следующие мероприятия <текст>. В полуформализованном виде это представлено ниже:

Ситуация 1. Если Объект = СУДНО & Уровень управления = ШТУРМАН & Цель = Безопасность людей и груза & ОПЯ = ОБЛЕДЕНЕНИЕ, то ОПАСНОСТИ = «Палуба и ванты обрастают льдом», «Возможна гибель судна» & РЕКОМЕНДАЦИИ = «Сбивать лёд всеми возможными способами», «Применить горячую воду».

Ситуация 2. Если Объект = СУДНО & Уровень управления = ШТУРМАН & Цель = Безопасность людей и груза & ОПЯ = ШТОРМ, то ОПАСНОСТИ = «Уменьшается скорость судна», «Возможна гибель судна» & РЕКОМЕНДАЦИИ = «Поставить судно на или против волны» & «Судну уйти в укрытие».

Ситуация 3. Если Объект = СУДНО & Уровень управления = ШТУРМАН & Цель = Безопасность людей и груза & ОПЯ = НАВОДНЕНИЕ, то ОПАСНОСТИ = «Создаёт угрозу повреждения судов», «Создаёт угрозу нагона льда в бухты, заливы» & РЕКОМЕНДАЦИИ = «Все суда вывести из порта на рейдовую стоянку», «Поставить дополнительные якоря».

Ситуация 4. Если Объект = СУДНО & Уровень управления = ШТУРМАН & Цель = Безопасность людей и груза & ОПЯ = ТУМАН, то ОПАСНОСТИ = «Увеличивается опасность для судоходства» & РЕКОМЕНДАЦИИ = «Уменьшить скорость движения судов».

ПРИМЕР 2. Объект – город. В зависимости от уровня воды в реке (высокий, средний), наличия осадков в виде дождя и его интенсивности, наличия снега (много или мало), значения среднесуточной температуры воздуха и её продолжительности можно дать прогноз – возможно или нет наводнение и усилить внимание или можно не беспокоиться.

Ситуация 1. Если УРОВЕНЬ = «Высокий» & ДОЖДЬ= «Сильный», то «Будет наводнение».

Ситуация 2. Если УРОВЕНЬ = «Высокий» & ДОЖДЬ = «Слабый» & СНЕГ = «много» & ТЕМПВОЗД >3 & КОЛ_ДН_Т>5, то «Будет наводнение».

Ситуация 3. Если УРОВЕНЬ = «Высокий» & ДОЖДЬ = «Слабый» & СНЕГ = «много» & ТЕМПВОЗД <3, то «Усилить внимание».

Ситуация 4. Если УРОВЕНЬ = «Высокий» & ДОЖДЬ = «Слабый» & СНЕГ = «мало» & ТЕМПВОЗД <3, то «Не беспокоиться».

Ситуация 5. Если УРОВЕНЬ = «Средний» & ДОЖДЬ = «Сильный» & СНЕГ = «мало» & ТЕМПВОЗД <3, то «1.Не беспокоиться».

Ситуация 6. Если УРОВЕНЬ = «Средний» & ДОЖДЬ = «Сильный» & СНЕГ = «много» & ТЕМПВОЗД>3 & КОЛ_ДН_Т>5, то «Усилить внимание».

Ситуация 7. Если УРОВЕНЬ = «Средний» & ДОЖДЬ = «Сильный» & СНЕГ = «много» & ТЕМПВОЗД <3, то «Не беспокоиться».

Ситуация 8. Если УРОВЕНЬ = «Средний» & ДОЖДЬ = «Сильный» & СНЕГ = «мало» & ТЕМПВОЗД>3, то «Не беспокоиться».

Ситуация 9. Если УРОВЕНЬ = «Средний» & ДОЖДЬ = «Слабый», то «Не беспокоиться».

ПРИМЕР 3. Если в каком-либо месяце (*м*) в некоторых одноградусных квадратах (*кв*) района Центральной восточной Атлантики температура воды (*тв*) имеет определённый диапазон значений, то возможен улов рыбы низкий, или средний, или высокий.

Ситуация 1. Если (М) <3 & (КВ1) <5 & (ТВ)>13, то «Улов низкий».

Ситуация 2. Если (М) <4 & (М)>3 & (КВ1) <2 & (КВ1)>0 & (ТВ)>13 V (М)<5 & М=4 & (КВ1)<1 & (КВ1)>4 & (КВ1)<5 & (ТВ)>13 V (М)<7 & (М)>5 & (КВ1)>3 & (КВ1)<5 & (ТВ)>13 V (М)<8 & (М)>7 & (КВ1)>1 & (ТВ)>13, то «Улов средний».

Набор правил образует иерархическую систему продукций, с которой работает система вывода. Поиск продукции, как правило, идёт по образцу. Использование в базе знаний метаправил позволяет чётко отметить сферу применения продукции и сократить время поиска. Например, если в базе знаний, кроме правил, учитывающих промысловые условия (температура, солёность воды, ветер, широта нахождения гидрологического фронта), необходимо отметить рыбопромысловые районы, то метаправилами являются условия на район промысла или промысловый объект (названия рыб).

Условие на район промысла (МАВРИТАНИЯ) является метаправилом. Правила можно использовать также для вывода вспомогательных сообщений типа «Не все параметры заданы», «Влияние таких условий не определено» и т. п.

ПРИМЕР 4. Для оценки территории по тепловому воздействию солнечной радиации и формам рельефа можно использовать правила, полученные на основе Руководства по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией [31]:

Ситуация 1. Если Климатическая зона = Холодный и умеренный климат и Ориентация=От 90 до 270° (В – З), то Ориентация благоприятная для климатической зоны.

Ситуация 2. Если Климатическая зона = Холодный и умеренный климат и Ориентация= От 315 до 45 (СВ – СЗ), то Ориентация неблагоприятная для климатической зоны.

Ситуация 3. Если Климатическая зона = Холодный и умеренный климат и Ориентация= От 45 до 90 (СВ – В); От 315 до 270 (СЗ – З), то Ориентация умеренно-благоприятная для Холодного и умеренного климата.

Ситуация 4. Если Климатическая зона= Очень тёплый и жаркий климат и Ориентация=От 270 до 90° (З – В), то Ориентация благоприятная для климатической зоны.

Ситуация 5. Если Климатическая зона = Очень тёплый и жаркий климат и Ориентация=От 135 до 225°С (ЮВ – ЮЗ), то Ориентация неблагоприятная для климатической зоны.

Ситуация 6. Если Климатическая зона = Очень тёплый и жаркий климат и Ориентация = от 90 до 135 (В – ЮВ) и от 225 до 270 (ЮЗ – З), то Ориентация умеренно-благоприятная для Очень тёплого и жаркого климата.

Ситуация 7. Если: Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = > 20 % и Рельеф = Вершины и возвышенности с плоскими вершинами пологими склонами, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 8. Если Повторяемость скорости ветра 3 – 5 м/с > 50 % и Повторяемость скорости ветра >5м/с <20 % и Рельеф = Вершины и возвышенности с плоскими вершинами пологими склонами, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 9. Если Повторяемость скорости ветра >5 м/с = > 20 % и Рельеф = Наветренные склоны и Части склонов = Верхняя, и средняя, и нижняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 10. Если Повторяемость скорости ветра боле 3 – 5 м/с = > 50 % и Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = <20%) и Рельеф= Наветренные склоны и части склонов = Верхняя и средняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 11. Если Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = > 20 % и Рельеф = Склоны параллельные ветру и Части склонов = Верхняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 12. Если Повторяемость скорости ветра > 5 м/с = > 20 % и Рельеф= Склоны параллельные ветру и Части склонов= Верхняя, средняя и нижняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Благоприятная.

Ситуация 13. Если Повторяемость скорости ветра более 3 – 5 м/с = > 50 % и Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = < 20 %) и Рельеф = Склоны параллельные ветру и Части склонов = Верхняя и средняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 14. Если Повторяемость скорости ветра боле 3 – 5 м/с => 50 % и Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = < 20 %) и Рельеф = Склоны

параллельные ветру и части склонов = Нижняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Умеренно благоприятные.

Ситуация 15. Если Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = > 20 % и Рельеф = Подветренные склоны и части склонов = Верхняя, средняя и нижняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Благоприятная.

Ситуация 16. Если Повторяемость скорости ветра более 3 – 5 м/с => 50 % и Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = < 20 %) и Рельеф = Подветренные склоны и Части склонов = верхняя, средняя и нижняя, то Степень благоприятности форм рельефа = Благоприятная.

Ситуация 17. Если: Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = > 20 % и Рельеф= Долины, лощины и Рельеф = продуваемый, то Степень благоприятности форм рельефа = Неблагоприятная.

Ситуация 18. Если: Повторяемость скорости ветра более 5 м/с = > 20 % и Рельеф = Долины, лощины и Рельеф = не продуваемый, то Степень благоприятности форм рельефа = Благоприятная.

Ситуация 19. Если Повторяемость скорости ветра 3 – 5 м/с > 50 % и Повторяемость скорости ветра более 5м/с < 20 % и Рельеф = Долины, лощины и Рельеф = продуваемый и не продуваемый, то Степень благоприятности форм рельефа = Умеренно благоприятная.

ПРИМЕР 5: Прогнозы различных ситуаций.

Ситуация 1. Оценка уровня опасности при выпадении крупного града или ледяного дождя: Если диаметр града = 10 – 20 мм, то Уровень опасности = Оранжевый.

Ситуация 2. Прогноз гололедицы: Если Атмосферное давление повышается и Осадки выпадают и через некоторое время устанавливается ясная безоблачном погода и Относительная влажность повышается от 65 до 85 % и Температура воздуха понижается до отрицательных значений от -2 до -6 °С, то наиболее вероятно образуется гололедица.

Ситуация 3. Оценка климатических последствий повышения температуры воздуха: Если Годовые положительные тенденции изменения температуры воздуха у земли < 0,3 °С и Общее потепление <1.5 °С, то Уровень опасности = Жёлтый.

Если вместо текста в БЗ писать номера воздействий и рекомендаций, то БЗ будет более компактной и обозримой. Для упрощения базы знаний тексты воздействий и рекомендаций лучше представить в виде отдельных файлов [5], их структура следующая:

****N001, N002, … NOOn ККК-МММ. XXX…XXX.** – Текст воздействия.

ККК-N001.XXX…XXX. Текст рекомендации.

где, ** – отличительные символы экземпляров базы данных «Воздействия»;

N001–N00n – номера рекомендаций (одна или несколько для одного воздействия, в некоторых случаях рекомендаций может не быть);

ККК – номер объекта, для которого создаётся БЗ;

МММ – номер воздействия;

XXX…XXX. – текст воздействия или рекомендации.

За счёт указания номеров рекомендаций в файле «Воздействия» устанавливается автоматическая связь между Воздействиями и Рекомендациями.

Пример правил с формализованными воздействиями и рекомендациями показан в примере 6.

ПРИМЕР 6. При внезапном ухудшении погоды во время бункеровки на рейде или при наличии у борта барж с грузом и других плавательных средств необходимо выполнить определённый регламент действий.

Если БУНКЕРОВКА> V РЕЙД.БАРЖА> & ПОГОДА = внезапно ухудшается, то «Выдать Воздействие 1 с Рекомендациями N 4,5, 6, … или Воздействие 2 с Рекомендациями 10, 11, 12, …».

Правила, записанные в такой форме, представляют собой продукции. Популярность продукционных моделей определяется следующими факторами. Подавляющая часть человеческих знаний может быть записана в виде продукций. Системы продукций являются модульными. Удаление или добавление продукции не приводит к изменениям в остальных продукциях. Классификация знаний может быть многоуровневой, что ещё более повышает эффективность поиска знаний.

Представленные выше правила имеют недостаток. При большом числе правил становится сложной проверка их непротиворечивости. Это требует при добавлении новых правил тратить много времени на проверку их неоднозначности. Считается, что если база знаний имеет тысячи правил, то мало шансов, что БЗ будет правильно функционировать для всех ситуаций.

Для ситуаций, при которых необходима поддержка решений, информацию, содержащуюся в правилах, можно разделить на сведения об ОПЯ, сведения о возможных воздействиях и рекомендации для принятия решений на различных объектах. В области гидрометеорологии выделение опасных явлений на основе прогнозов или в потоке оперативных данных – это процесс обработки данных, который опирается на пороговые значения показателей ОПЯ (количество осадков, высота волн, значения уровня воды и др.). Поэтому предлагается организовать знания в виде БД пороговых значений показателей по уровням опасности. Каждому явлению, уровню опасности соответствуют свои объекты воздействия (виды деятельности) и свои сведения о воздействиях, уровни управления и рекомендации для них.

Таким образом, необходимо создать две базы данных:

– сведения о локальных пороговых значениях показателей ОПЯ;
– сведения о воздействиях и рекомендации.

Сведения о пороговых значениях показателей явлений включают название, пороговые значения по уровням опасности, объектам и видам деятельности, географический район, сезон года (одно и то же значение параметра в различные сезоны имеет различную опасность), название климатической зоны. В разных районах страны к одним и тем же явлениям предприятия и население по-разному подготовлены, например, в районах постоянного воздействия сильных ветров, морозов население уже приспособилось выживать в таких условиях. Сведения о воздействиях и рекомендации включают название ОПЯ, уровень опасности, тип данных (наблюдённые, прогностические, климатические), сведения о воздействиях для различных объектов и видов деятельности, рекомендации по уровням управления (например, для судна – капитан судна, штурман, механик).

Для получения сведений о воздействиях и рекомендаций анализируются выполненные ранее действия многих руководителей, обобщается их поведение, а затем предлагается выполнять эти действия другим руководителям в аналогичных ситуациях. Прогноз воздействий выдаёт тот результат, на который её настроили с использованием исторических данных. А затем, исходя из предположения, что можно экстраполировать этот результат на будущее, основываясь на нынешних временных рамках, применяем эту модель для прогноза складывающихся ситуаций. Источники знаний для сбора сведений о воздействиях и рекомендаций представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Источники знаний для поддержки решений

Источники знаний	Личный опыт	Отчёты	Публикации	ИС	Ноу-хау предприятий	Аудио и видео
Научная литература	–	+	+	+	–	–
Рабочая документация и другие технические сведения по промышленным объектам	–	–	–	–	+	–
Статистическая информация о результатах воздействий	–	+	+	+	–	–
Законы, политика, правила, процедуры	–	+	–	–	+	–
Специальные отчёты по оценке ущерба от ОПЯ	–	+	–	+		–
Фотографии, видеоматериалы, популярные статьи, др.	+	–	+	–	–	+
Опыт и практические знания работников предприятий	+	+	–	–	+	–

Окончание таблицы 2.2

Источники знаний	Личный опыт	Отчёты	Публикации	ИС	Ноу-хау предприятий	Аудио и видео
Отчёты консультантов и комиссий	+	+	+	–	–	–
Базы данных исторических сведений об ОПЯ	–	+	–	+	–	+
Списки, реестры, адреса экспертов	+	+	+	+	–	–

Материалы этих документов в своей совокупности помогут создать БЗ, которая, будучи постоянно пополняемой (совершенствуемой), будет доступна всем. Анализ различных ситуаций, связанных с ОПЯ, и формализация информации об этих ситуациях позволяет предложить универсальную форму отображения знаний, предназначенных для автоматической выдачи сведений о воздействиях и рекомендаций руководителю. Модель описания ситуаций выглядит следующим образом:

Название ситуации с ОПЯ
Определение ОПЯ
Причина возникновения ситуации
Фотографии прошлых ситуаций
Объекты, на которые возействует ОПЯ
Типы используемой информации (до явления – климат, прогноз, в момент явления – текущие данные, после явления – прогноз, текущие данные)
Значения показателей, характеризующих ситуацию
Уровень опасности ситуации
Перечень возможных воздействий (вид деятельности, автор воздействия, приоритет)
Перечень рекомендаций (уровень принятия решений, автор рекомендации, приоритет)
Типовые ситуации, которые можно использовать в рассматриваемой ситуации
Источники информации.

Описание ситуаций с ОПЯ должно быть выбрано так, чтобы уровень их описаний был не слишком подробным и не обобщённым для каждого типа предприятий, вида деятельности. При подробном описании возникает «информационный

шум», частности и несущественные для управления факты и явления, которые могут сильно усложнить понимание сути функционирования объекта и сделать построение БЗ затруднительным. Например, для судоходства в мелководном проливе необходимо постоянное знание конкретных значений уровня воды через каждый час, а то и чаще. При определённых значениях уровня воды возможен пропуск судов с той или иной осадкой. В такой ситуации знание только экстремальных значений уровня воды мало чего даёт. В то же время для строительства портовых сооружений наоборот необходимо знание экстремальных значений, определённых с обеспеченностью, например, один раз в 100 лет.

СППР позволяет получить варианты решений, произвести выбор наилучших на основе информации о состоянии среды. Система должна экстренно выдавать рекомендации по обеспечению безопасности населения и производственной деятельности.

Информация для выдачи рекомендаций руководителю должна удовлетворять следующим требованиям: небольшой объём с высокой степенью агрегации без потери их полноты и качества, надёжность, достоверность, оперативность – поступление в нужный момент времени и их актуальность – поступление в соответствии с заданным регламентом.

Пороговые значения показателей должны быть определены для объектов и видов их деятельности, чтобы установить уровни опасности. Исходные данные используются для выделения аномалий, градиентов, вычисления других показателей (например тенденции атмосферного давления, вероятности явления). Показатели оценки воздействий ОПЯ включают пороговые значения показателей среды (например, ветер – >15 м/с, температура воздуха – >25 °С или <-25 °С и др.). Общие пороговые значения показателей ОПЯ для всей России представлены в [57].

Выделены следующие аспекты для определения характеристик ОПЯ:

– время (длительность, начало, окончание);

– пространство (район, направление ветра или течения);

– величина (верхняя граница суммы осадков, нижняя граница температуры воздуха);

– интенсивность (тенденция изменения атмосферного давления, скорость ветра);

– тип (формы льдов, облаков);

– процессы (мощная конвекция);

– взаимодействие ОПЯ (заснеженность льда, ливневые осадки с сильным ветром и грозой).

В тех случаях, когда значения показателей ОПЯ зависят от географического положения и/или времени года, оценка показателя производится в отклонениях от нормы (аномалиях) или тенденциях. Для некоторых явлений вместо пороговых значений используются комплексные показатели, например, индекс суровости климата для холодного климата, показатель пожарной опасности – лесных пожаров и др. [79].

Ниже даны требования к показателям:

– каждый показатель, методика его получения должны быть описаны;

– локальные пороговые значения уровней опасности должны быть определены и утверждены для разных объектов;

– масштаб оценки показателей ОПЯ должен соответствовать масштабу объекта;

– методики определения показателей опасности и их анализа должны быть описаны и согласованы.

– значения показателей должны регулярно обновляться;

– методы хранения показателей должны быть общими (модель данных, программное обеспечение, визуализация);

– значения показателей должны быть загружены в БД;

– все рассчитанные показатели эффективности управления должны быть представлены в качестве информационных ресурсов;

– климатические показатели должны быть представлены за достаточно большой период времени – 5, 10, 20, 30 и более лет;

– показатели должны позволять обнаруживать тенденции;

– оценка значений показателей должна выполняться на постоянной основе;

– показатели должны быть понятными и обоснованными;

– показатели должны быть основаны на международных стандартах и на консенсусе об их применимости;

– показатели должны получаться на основе прямых или косвенных измерений;

– показатели должны быть простыми, ясными и способными демонстрировать тренды во времени, давать базис для международного сравнения; иметь пороговые значения;

– показатели могут быть национальными по охвату и применимыми к региональным проблемам;

– для каждого показателя должны быть даны определения, единицы и методы измерения, обработки, ссылки на утверждение методики их получения, др.

Для создания СППР требуется:

– выявить показатели ОПЯ, оказывающие влияние на состояние и развитие объектов экономики, необходимые для их управления;

– определить информационные потребности руководителей в аналитической информации;

– определить источники данных;

– оценить необходимую заблаговременность краткосрочных и долгосрочных прогнозов;

– разработать новые прогнозы состояния окружающей среды в зависимости от развития хозяйственной и иной деятельности (в масштабах – населённый пункт, город, район, область, край, республика, федерация) для различных отраслей;

– оценить масштабы использования ГМИ в отраслях экономики, затраты на её создание, хранение и передачу руководителям предприятий;

– провести анализ потерь и ущербов, связанных с недостаточным уровнем использования ГМИ;

– разработать средства анализа данных, развить подсистему оповещения;

– произвести оценку влияния явлений на объекты экономики;

– проводить в режиме реального времени комплексный мониторинг, включая пространственно-временной анализ и прогноз состояния окружающей среды;

– определить вероятности ОПЯ и степени их опасности для обеспечения жизнедеятельности населения и деятельности организаций и предприятий;

– создать БД пороговых значений показателей для отдельных объектов экономики и видов деятельности с учётом сезона и климатической зоны;

– развить информационную продукцию для поддержки решений на объектах экономики;

– разработать средства автоматического обнаружения явлений на основе исходных и прогностических данных с учётом локальных пороговых значений;

– оценить влияние явлений и возможных изменений климата на различные отрасли экономики страны;

– собрать сведения о воздействиях окружающей среды на объекты экономики, население [104];

– составить список рекомендаций – что нужно сделать для снижения ущерба по каждому явлению и объекту;

– разработать БД для хранения сведений о воздействиях и рекомендациях;

– реализовать БЗ с правилами оценки сложившихся ситуаций и выдачи сведений о воздействиях и рекомендациях;

– автоматизировать выдачу рекомендаций для подготовки к явлению, проведения превентивных мероприятий и ликвидации последствий после его прохождения для различных уровней управления объектами экономики;

– разработать программу МетеоАгент для автоматического запуска приложений на компьютере руководителей в случае выхода показателей за пороговое значение;

– разработать ЭММ для оценки возможного ущерба в различных ситуациях и примерную стоимость проводимых мероприятий;

– создать банк ЭММ;

– провести классификацию воздействий и рекомендаций;

– создать средства выявления знаний для новых ситуаций на основе классификаций воздействий и рекомендаций, имеющихся в БЗ.

Программно-технические средства для реализации СППР должны позволить:

– проводить регулярный анализ текущей информации на предмет превышения пороговых значений показателей для каждого типа объектов экономики и вида деятельности, выполняемого на этом объекте;

– совместить в ГИС слои с пространственным распределением параметров среды и координатами объектов экономики (статических и динамических) для программного и визуального анализа ситуаций, связанных с нахождением объектов в зоне ОПЯ;

– получать совмещённые графики изменений параметров среды и состояния экономических объектов во времени для визуального анализа и прогноза возможных изменений на объектах экономики;

– подключать ЭММ для оценки ущерба от воздействий и последующего уточнения рекомендаций для принятия решений;

– выдавать сведения о воздействиях среды на объекты экономики и рекомендации для принятия решений.

2.3 Вопросы оценки ситуаций, связанных с опасными природными явлениями

2.3.1 Классификация опасных природных явлений

Список явлений, приводящих к ЧС, приведён в классификации [42] и делится на группы: метеорологические, морские гидрологические, гидрологические, геофизические, геологические, экологические явления и природные пожары.

Метеорологические явления включают бури, ураганы, смерчи, торнадо, шквалы, вертикальные вихри, крупный град, сильный дождь-ливень (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 часов, а в горных, селевых и ливнеопасных районах – 30 мм и более за 12 часов), сильный снегопад, сильный гололёд, сильный мороз, сильная метель, сильный туман.

Бури, ураганы, смерчи, торнадо, шквалы различаются по значениям скорости ветра. Так опасным является скорость ветра >15 м/с, а штормовым считается ветер при скорости 25 м/с и более (для арктических морей – 30 м/с и более). При распространении на большой площади (десятки и сотни кв. км) такой ветер считается ураганом, если ветер фиксируется локально (1 – 10 кв. км), то он характеризуется как шквал. А если это происходит на площади меньше 1 кв. км и при этом быстро движется, то это будет смерч или торнадо. Масштабы ОПЯ представлены в табл. 2.3.

Гидрологические явления включают: высокие уровни воды (наводнение, половодье, дождевые паводки, заторы), низкие уровни воды, ранний ледостав и зажоры – появление льда на судоходных водоёмах и реках.

Морские гидрологические явления включают: тропические циклоны (тайфуны), цунами, сильное волнение, резкие колебания уровня (повышение или понижение) моря, сильные стоячие волны в порту (тягун), ранний ледяной покров и припай, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, непроходимый (труднопроходимый) лёд, обледенение, отрыв припая.

Природные пожары включают: лесные, низовые беглые, верховые, торфяные пожары.

К опасным экологическим ситуациям необходимо отнести возникающие при различных авариях выбросы загрязняющих веществ, неблагоприятные гидрометеорологические условия, способствующие повышению концентрации загрязняющих веществ. К неблагоприятным условиям можно отнести устойчивое состояние атмосферы у поверхности земли, наличие слоя инверсии температуры воздуха на высотах 100 – 1000 м, направление ветра со стороны потенциально опасных предприятий в сторону поселений. Экологические ситуации включают нарушения хозяйственной деятельности и экологического равновесия вследствие общего загрязнения морей, загрязнение воды нефтью, превышение содержания предельно допустимых концентраций тяжёлых металлов и др.

Опубликовано много монографий, статей, в которых приводится информация о возможных воздействиях на различные промышленные объекты и население. Примеры таких публикаций для различных видов деятельности даны ниже:

– плавание на открытой воде [9, 13, 55, 66, 67, 81, 105, 108];
– деятельность портов [32, 46];
– недропользование [30];
– автотранспортная система, дорожное строительство [10];
– население [26, 29];
– экономика [52, 53, 82, 87];
– сельское хозяйство [39].

Разработан ряд нормативно-методических документов, рассчитанных на учёт возможных воздействий ОПЯ [17, 18, 31, 40, 41, 57, 61, 63, 65].

Время воздействия определяет используемую для оценки воздействий информацию (климатическую, или прогностическую, или наблюдённую). В зависимости от уровня принятия решения необходимо использовать прогноз той или иной заблаговременности и пространственного представления.

Таблица 2.3 – Масштабы ОПЯ

ОПЯ	Временной масштаб	Пространственный масштаб, км	Прогнозы
Крупномасштабные аномалии температуры воздуха, осадков, др.	Десятилетия	10 000–30 000	Долгосрочное предсказание изменений климата. Стратегия развития экономики и рационального природопользования. Планы развития территории рационального землепользования.
Изменения климата, интенсивность тепла и холода, изменения температуры воздуха, уровня моря	Год и более	1 000–10 000	Сезонное, межгодовое предсказание климата, данные для планирования, проектирования, принятия решений и мониторинга. Предупреждение о развитии ОПЯ.
Эль-Ниньо, ледовые явления	Полугодие	1 000–10 000	Долгосрочное прогнозирование погоды, аномальных значений температуры поверхности воды.
Муссоны	Несколько месяцев	1 000–5 000	Среднесрочное прогнозирование погоды.
Циклоны и антициклоны	Месяц	100–1 000	Краткосрочное прогнозирование погоды.
Тропический циклон, наводнения	1 неделя	100–500	Прогноз текущей погоды.
Сильный шторм, атмосферные фронты (осадки), снежные бури	Несколько суток	100–300	Оперативные прогнозы погоды, оперативные данные.

Окончание таблицы 2.3

ОПЯ	Временной масштаб	Пространственный масштаб, км	Прогнозы
Торнадо, тайфуны, ливневые осадки, сели, лавины, землетрясения, выбросы химических предприятий	Несколько часов	10–100	Прогнозы ОПЯ.
Пыльная буря, смерч	1 час	1–10	Не предсказываются.
Землетрясения, цунами	Секунды минуты	1–100	Не предсказываются.

По скорости распространения явления могут быть внезапными (землетрясения, цунами, молнии); стремительными (природные пожары, ураганы); медленными (наводнения, извержения вулканов); плавными (засухи, загрязнение почвы, воды вредными химическими веществами).

В классификации ОПЯ по признакам (происхождению, основным провоцирующим факторам, временным и пространственным масштабам проявления, длительности, повторяемости, скорости возникновения, интенсивности воздействия) выделены следующие ситуации [42] (табл. 2.4):

– нормальное состояние – стабильное (локальные пространственные и небольшие во времени изменения с возможностью восстановления);

– умеренно возмущённое состояние – нестабильное (продолжительные воздействия, значительные по пространству нарушения, могут возникнуть небольшие инциденты на предприятиях);

– опасное состояние – кризисное (возникают интенсивные, трудно восстановимые или необратимые нарушения и аварии);

– катастрофическое состояние (возникают катаклизмы, масштабные разрушения, человеческие жертвы).

ОПЯ должны наблюдаться, прогнозироваться, а результаты наблюдений и прогнозов доводиться до руководителей. Для доставки информации используются три типа информирования руководителя и населения: **сообщение, оповещение и предупреждение** [57].

Сообщение информирует население и руководителей в пределах установленного района о возможных условиях среды, которые могут стать причиной ОПЯ, однако не являющиеся достаточно опасными для перехода к оповещению. Населению следует принять к сведению сообщение и быть в курсе любого изменения

условий. В сообщениях о наблюдающихся или ожидаемых ОПЯ, поступающих от системы мониторинга состояния окружающей среды, указывается район проявления (территория, акватория, объект или населённый пункт); время (период) проявления (дата, время); значения показателей и уровень опасности.

Таблица 2.4 – Шкала воздействий ОПЯ

<table>
<tr><th rowspan="2">Ситуация (уровень опасности)</th><th colspan="3">Масштаб проявления</th></tr>
<tr><th>Локальный</th><th>Региональный</th><th>Глобальный</th></tr>
<tr><td>Нормальная (зелёный)</td><td colspan="3">Оповещение о погоде не требуется. Воздействий нет или они не значимы - незначительные травмы или случаи ухудшения здоровья, не оказывающие влияние на производительность труда и жизнедеятельность населения</td></tr>
<tr><td>Умеренно возмущённая (жёлтый)</td><td colspan="2">Погода потенциально опасна</td><td></td></tr>
<tr><td>Опасная, кризисная, (оранжевый)</td><td></td><td colspan="2">Погода опасна. Имеется вероятность нанесения ущерба здоровью и имуществу.</td></tr>
<tr><td>Катастрофическая (красный)</td><td colspan="2"></td><td>Погода очень опасна. Имеется вероятность крупных разрушений и человеческих жертв</td></tr>
</table>

Оповещение предупреждает население и руководителей о возможных воздействиях и содержит максимально имеющийся объём информации о явлении (например, интенсивность и траектория движения циклона, повышение уровня моря, высота волн). Такие прогнозы выпускаются пока не для всех явлений. В случае передачи оповещения населению следует принять меры для подготовки к защите жизни и имущества. При повышении уровня опасности населению, возможно, придётся готовиться к эвакуации.

Предупреждение – это прогноз ОПЯ или его физических показателей, или уровня опасности, который передаётся, если сформировались и имеют место или выявлены значения показателей, которые выходят за общие или локальные пороговые значения для конкретного объекта и вида деятельности. Жёлтый уровень оповещений о погоде предназначен для передачи сведений о погодных условиях (которые не представляют непосредственной угрозы для населения в целом) для тех, кто подвержен риску в зависимости от их местонахождения и/или деятельности. Оранжевый уровень предупреждений о погоде предназначен для передачи сведений о погодных условиях, которые могут оказать значительное влияние на население, и предназначен тем, кто находится или будет находиться в районах, которые будут подвергаться воздействию явления, и они

должны провести превентивные мероприятия. Красный уровень предупреждений об ОПЯ предназначен для передачи сведения о нём, которые могут оказать катастрофическое воздействие на население и промышленные предприятия. Получатели должны принять все меры для защиты себя и / или своей собственности, направленные на предотвращение или смягчение воздействий. Этот уровень предупреждения предполагает высокую достоверность происходящего события.

Таким образом, в сообщениях, оповещениях и предупреждениях содержатся все необходимые для использования при принятии решений данные о состоянии среды. Задача состоит в том, чтобы поместить эту информацию в таком виде и последовательности, при котором возможно путём построения правил автоматически оценить степень опасности состояния среды для объектов экономики, здоровья и жизни людей. Опираясь на эти сведения, система должна выдать необходимые мероприятия по уменьшению или предотвращению ущерба и защиты населения, а также определить их эффективность и стоимость. Степень опасности воздействия ОПЯ для деятельности объектов экономики зависит от их интенсивности, размера возможного ущерба, географического масштаба проявления, продолжительности воздействия.

В соответствии с рекомендациями ВМО требованиями к сообщениям, оповещениям и предупреждениям являются точность, надёжность, своевременность, авторитетность, ясность и лёгкость понимания, доступность для всех, сотрудничество и информативность.

Полнота – сообщения, оповещения и предупреждения должны точно указывать начало и интенсивность ОПЯ, а также географический район, который окажется наиболее затронутым явлением, с тем, чтобы МЧС России могло оценить потенциальные последствия его прохождения. Прогноз имеет характеристику вероятности, поэтому руководитель должен знать эту величину.

Надёжность работы информационной системы, с помощью которой ведётся доставка информации. Система должна работать в режиме 24*7*365 с надёжностью 99,999. Весь процесс оповещения должен быть максимально автоматизирован.

Своевременность доставки информации руководителю. Измерение показателей в период ОПЯ должно проводиться учащённо (ежечасно, а для некоторых явлений, например направление и скорость ветра – каждые 10 мин). Время доставки сообщений не должно превышать 10 минут.

Авторитетность – официальные сообщения, оповещения и предупреждения об ОПЯ должны исходить от гидрометеорологической службы и МЧС России.

Ясность и лёгкость понимания – информация, содержащаяся в сообщениях, оповещениях и предупреждениях, должна быть ясной для понимания и недвусмысленной в отношении ожидаемого ОПЯ и рисков для населения. Не должна выпускаться или передаваться в эфир противоречивая информация.

Доступность для всех – сообщения, оповещения и предупреждения, предоставляемые МЧС России, руководителям и населению, должны дойти до них. При этом необходимо использовать все средства коммуникаций (телевизор, радио, телефон, ICQ, Skype, мессенджер, электронная почта).

Сотрудничество – те, кто получает сообщения, оповещения, предупреждения и пользуется ими, должны понимать суть ОПЯ и те риски, которые могут от них появиться. Для предотвращения возможных недоразумений МЧС России должно добиваться, чтобы официальные сообщения, оповещения и предупреждения использовались в деятельности предприятий.

Информативность – важно не только довести информацию об ОПЯ, но и показать руководителю, населению, к каким воздействиям и последствиям приведёт то или иное явление, и выдать перечень рекомендаций по обеспечению безопасности и предотвращению или уменьшению ущерба. Для эффективного принятия управленческих решений важны не только эти свойства, но и удобное представление информации на экране. В идеале это должен быть своеобразный «светофор» в виде «информационной панели», представляющей агрегированную информацию в виде графиков, таблиц и текста с указанием места, времени и значения отклонений от нормы показателей или тенденций изменения показателей.

С помощью информационной панели можно быстро оценить ситуацию – увидеть параметры, превышающие пороговые значения уровня опасности (аномалии, пороговые значения для разных видов деятельности). А наличие графиков изменения показателей за предыдущий период и с учётом прогноза на ближайшие пять дней, можно увидеть на какой кривой тенденции находятся показатели ОПЯ (падение-уменьшение или рост значения показателей).

После поступления тревожного сигнала об ОПЯ, система должна автоматически определить тип явления, выдать типовой сценарий и план действий по её устранению, предложить перечень необходимых мероприятий для привлечения ресурсов, обеспечить контроль за чёткостью и своевременностью выполнения всех этапов плана действий с последующим анализом правильности предпринятых действий по окончании явления. Этапы жизненного цикла подготовки и передачи сообщений о явлении, используемых средствах представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5 – Этапы жизненного цикла, средства и место подготовки, передачи и использования сообщений об ОПЯ

Сбор данных об ОПЯ	**Передача данных в прогностические центры**	**Прогноз ОПЯ**	**Подготовка предупреждения**	**Передача предупреждения**	**Отметка о получении предупреждений**	**Предупреждение населения об ОПЯ**	**Выдача рекомендаций**
ИИС	Средства связи	Модели	Анализы	Метео Агент	SMS	СППР	СППР
ГМС	ГСТ	Прогностические центры		Руководитель предприятия	Руководитель предприятия	МЧС России	Руководитель предприятия

Исходя из анализа свойств явления, можно определить следующие временные характеристики процесса принятия управляющего решения, табл. 2.6. Уменьшить время оповещения руководителей и населения об ОПЯ можно за счёт ускорения его выявления, а также уменьшения времени на доведение предупреждения до руководителей. Ускорение выявления ОПЯ производится за счёт автоматизации его выявления, а также оценки его проявления для каждого предприятия. Время передачи предупреждения уменьшается как за счёт автоматизации составления сообщения (сразу после его выявления), так и за счёт автоматической рассылки этого сообщения руководителям на персональные интернет-устройства и инициализации программы МетеоАгент, установленной на этом устройстве. Сценарии применения информации об окружающей среде представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.6 – Временные характеристики процесса принятия решения в случае ОПЯ

<table>
<tr><th>$T_{\text{измерения}}$</th><th>$T_{\text{передачи данных}}$</th><th>$T_{\text{обр. и выявления ОПЯ}}$</th><th>$T_{\text{подтв}}$.</th><th>$T_{\text{пер. предупреждений}}$</th><th>$T_{\text{лпр}}$</th><th>$T_{\text{вып. рекомендаций}}$</th><th>Период ОПЯ</th><th>$T_{\text{анал}}$</th></tr>
<tr><td colspan="3">Время выявления ОПЯ</td><td>Время подтверждения и выдачи прогноза ОПЯ</td><td>Время передачи предупреждения</td><td rowspan="2">Время, для оценки ситуации</td><td rowspan="2">Время выполнения превентивных мероприятий</td><td rowspan="3">Период проявления ОПЯ</td><td rowspan="3">Время анализа последствий ситуации</td></tr>
<tr><td colspan="5">Время для оповещения об ОПЯ</td></tr>
<tr><td colspan="7">Время, прошедшее после фиксации ОПЯ $T_{\text{расп}}$</td></tr>
</table>

Таблица 2.7 – Сценарии применения информации об ОПЯ

Ситуации	Сценарии применения	Ответственность	Средства	Тип решения
До явления – климат	Расчёт вероятности ОПЯ (риска)	Эксперты	Климатическая обработка	Стратегические
До явления – прогноз	Выявление ОПЯ	Росгидромет	Аналитические средства	Оперативные
	Доведение сведений об ОПЯ до руководителя	Росгидромет	Мобильные интернет-средства	Оперативные
	Оценка опасности ОПЯ	Руководитель	Анализ данных	Оперативные
	Получение информации о возможных воздействиях	Руководитель	Управление знаниями	Оперативные
	Расчёт ущерба	Руководитель	ЭММ	Уточнение оперативных решений
	Получение рекомендаций для принятия решений	Руководитель	СППР	Уточнение оперативных решений
	Расчёт затрат на превентивные мероприятия	Руководитель	ЭММ	Уточнение оперативных решений
	Выбор оптимального решения	Руководитель	Оценка альтернативных решений	Уточнение оперативных решений
	Принятие решения	Руководитель	АСУ предприятия	Оперативные
В момент явления	Выполнение решений	Руководитель	АСУ предприятия	Оперативные
	Выполнение решения	Персонал предприятия	АСУ предприятия	Оперативные
После явления	Проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ	МЧС России, аварийные команды предприятия	АСУ предприятия	Оперативные
	Проведение расследований выполненных решений	Руководитель, эксперты	СППР	Уточнение воздействий и рекомендаций

2.3.2 Влияние опасных природных явлений на различные виды деятельности

Опасность каждого явления может принимать значения от умеренно возмущённого до катастрофического состояния. При этом определяются условия, при которых показатели опасности относятся к тому или иному объекту, виду деятельности, уровню управления. Таким образом, можно составить правила для выдачи списка возможных воздействий и рекомендаций при различных ОПЯ и пороговых значений показателей этих явлений [25, 57].

Отбор воздействий и рекомендаций осуществлялся на основе обобщения опыта и материалов, посвящённых вопросам подверженности, уязвимости, а также рекомендациям по принятию решений. Примеры типового влияния гидрометеорологических условий на различные стороны деятельности предприятий представлены в табл. 2.8 и 2.9. Эти воздействия и рекомендации предназначены для того, чтобы использовать их для уточнения подверженности и уязвимости при оценке конкретных ОПЯ на различных объектах экономики. Они не могут напрямую использоваться из-за региональных различий в подверженности и уязвимости.

Главное внимание при принятии решений должно уделяться максимально минимизирующим ущерб вариантам рекомендаций, цель которых заключается в уменьшении подверженности, уязвимости и увеличению сопротивляемости и готовности к рискам, которые невозможно исключить. Конкретные проявления ОПЯ и выполняемые решения могут стать основой для более целенаправленных уточнений воздействий и рекомендаций для конкретных объектов экономики.

Кроме оценки воздействий природных явлений можно оценить экологические нагрузки на различные сферы и виды деятельности, связанные с загрязнением окружающей среды (табл. 2.10). Использование информации в различных сферах деятельности в зависимости от её типа представлены в табл. 2.11. При этом учитывается текущая информация, прогноз (краткосрочный, долгосрочный) и климатические данные для различных видов деятельности.

Таблица 2.8 – Матрица общего влияния гидрометеорологических условий на различные стороны деятельности предприятий

Параметры	Навигация								Двигатели машин					Здоровье				Энергетика				Судостр.		Гидротехника			Рыбный промысел		Авиация				
	Судно	Грузы	Маршруты	Портовая техника	Планы перевозок	Безопасность	Эффективность	Погрузка–разгрузка	Конструкции	Двигатели	Электрооборудование	Жидкости	Дороги	Ухудшение среды	Организм	Безопасность	Охрана среды	Потребление	Планирование	Проектирование	Эксплуатация	Планирование	Проектирование	Проектирование	Строительство	Эксплуатация	Планирование	Промысел	Взлёт	Перелёт	Посадка	Работа РЛС	Аэродромная служба
Ветер, сдвиг ветра	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	–	+
Видимость	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–	–	–		+	+	–	+	–	+
Осадки	+	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	+	–	+
Температура воздуха	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	–	+	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
Туманы	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–	+	+	–	+	–	+
Ледовый режим	+	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–
Обледенение	+	–	–	–	+	+	+	+	–	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–
Град	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–
Болтанка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+	+	–	–
Приливы	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
Загрязнение	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Сгон, нагон	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 2.9 – Матрица детального влияния ОПЯ на деятельность хозяйствующих объектов

Примечание: НН – ниже нормы; Н – норма; ВН – выше нормы.

Название ОПЯ или параметров	Значение	Возможные воздействия																	
		Коррозия	Снижение вязкости сталей	Ухудшение смазочных материалов	Старение полимеров	Снижение несущей способности конструкций	Ускорение изнашиваемости	Старение и охрупкивание резины	Снижение электрической проводимости	Снижение	Отказы электрооборудования	Отказы прорезиновых кабелей	Отказы деталей	Отказы деталей и элементов конструкций	Затруднения при запуске двигателей	Работа двигателей	Сроки службы двигателей	Изменение свойств грунта	Ухудшение свойств дорог
Температура воздуха	НН	–	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+
	Н	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ВН	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–
Осадки любые	НН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	Н	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	ВН	+	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	+	+	–	+	+	+	+
Осадки жидкие	НН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	Н	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	ВН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Видимость	НН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	Н	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
	ВН	+	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	–	–
Гололёд	НН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
	Н	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
	ВН	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+

Таблица 2.10 – Матрица нагрузок, связанных с загрязнением окружающей среды

Сфера деятельности	Виды деятельности	Физическая потеря (площадь, степень)	Физический ущерб (площадь, степень)	Влияние на гидрологические процессы	Другое физическое беспокойство (площадь, степень)		Загрязнение опасными веществами (нагрузка)	Систематический и/или умышленный сброс веществ (нагрузка)	Обогащение биогенами и органическим веществом (нагрузка	Биологическое беспокойство			Окисление
		Удушение	Заиление, абразия, добыча песка	Изменения температурного и соленосного режимов	Шум (тренды)	Мусор (тренды количества на берегу и в море	Синтетические соединения, несинтетические вещества, радионуклиды	Промысловые воды, хранение CO_2	Удобрения и другие вещества, богатые биогенами	Изъятие видов, в т.ч. нецелевое	Перенос инвазивных видов	Патогенные микроорганизмы	Снижение pH
Производство пищевых продуктов	Аквакультура (рыба и моллюски)	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	+	–
Искусственные сооружения, в т. ч. строительство	Освоение земель, защита берегов	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Портовые операции	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Установка и эксплуатация морских сооружений	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Эксплуатация подводных кабелей и трубопроводов	+	+	–		–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2.10

Сфера деятельности	Виды деятельности	Физическая потеря (площадь, степень)	Физический ущерб (площадь, степень)	Влияние на гидрологические процессы	Другое физическое беспокойство (площадь, степень)		Загрязнение опасными веществами (нагрузка)	Систематический и/или умышленный сброс веществ (нагрузка)	Обогащение биогенами и органическим веществом (нагрузка	Биологическое беспокойство			Окисление
		Удушение	Заиление, абразия, добыча песка	Изменения температурного и соленосного режимов	Шум (тренды)	Мусор (тренды количества на берегу и в море	Синтетические соединения, несинтетические вещества, радионуклиды	Промысловые воды, хранение CO_2	Удобрения и другие вещества, богатые биогенами	Изъятие видов, в т.ч. нецелевое	Перенос инвазивных видов	Патогенные микроорганизмы	Снижение pH
Производство электроэнергии	Производство возобновляемой энергии (ветровой, волновой, приливной, солнечной)	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
	Добыча углеводородов в море (нефть и газ)	+	+	–	+	+	+	+	–	–	–	–	–
Транспорт	Судоходство	–	+	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–
Удаление отходов	Размещение твёрдых отходов, в т. ч. материалов дноуглубления	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Хранение газов	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 2.10

Сфера деятельности	Виды деятельности	Физическая потеря (площадь, степень)	Физический ущерб (площадь, степень)	Влияние на гидрологические процессы	Другое физическое беспокойство (площадь, степень)		Загрязнение опасными веществами (нагрузка)	Систематический и/или умышленный сброс веществ (нагрузка)	Обогащение биогенами и органическим веществом (нагрузка	Биологическое беспокойство			Окисление
		Удушение	Заиление, абразия, добыча песка	Изменения температурного и соленосного режимов	Шум (тренды)	Мусор (тренды количества на берегу и в море	Синтетические соединения, несинтетические вещества, радионуклиды	Промысловые воды, хранение CO_2	Удобрения и другие вещества, богатые биогенами	Изъятие видов, в т.ч. нецелевое	Перенос инвазивных видов	Патогенные микроорганизмы	Снижение pH
Береговая деятельность (морская, речная, атмосферная)	Сброс бытовых сточных вод	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+
	Промышленные сбросы, выбросы	–	–	+	–	+	+	+	+	–	–	–	–
	Стоки и выбросы лесного и сельского хозяйства	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	+

Таблица 2.11 – Использование информации в различных сферах деятельности в зависимости от её типа

Объекты	Критерий	Климат	Категории данных				
			Текущая информация и анализы	Прогноз на 48 час	Прогноз на 1 неделю	Прогноз на 1 месяц	Прогноз на сезон
Гидротехническое строительство – приливные станции, порты, гавани	Сокращение простоев людей, техники, безопасность работ.	Перспективное планирование возведения гидротехнических сооружений, дамб. Проектирование портов, новых транспортных судов, танкеров с большей осадкой, водоизмещением, на подводных крыльях, строительство приливных электростанций, разработка минеральных ресурсов.	Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений	Ежедневные операции, принятие мер против вредного влияния ливней, заморозков, сильных ветров и т.п.	Планирование работ с учётом приспособления к соответствующей погоде	Составление графика работ. Уточнение погодных испытаний сооружений в период строительства. Планирование работы оборудования и механизмов.	Уточнение окончательных сроков, задержек и т.д. Планирование испытаний сооружений в период строительства.
Разведка и добыча полезных ископаемых залегающих в недрах дна и на дне в зонах континентального шельфа и за его пределами	Безопасность работы и эффективность промысла.	Перспективное планирование и предварительные расчёты. Расчёт и проектирование сооружений для добычи ископаемых. Геолого-геофизические работы.	Строительство конструкций в открытом море. Эксплуатация (снабжение, связь, доставка грузов и обслуживающего персонала, ремонт и т.п.).	Оценка потребления.	Буксировка конструкций для бурения. Бурение. Строительные и монтажные работы. Эксплуатация (снабжение, связь, доставка грузов и обслуживающего персонала, ремонт).	Уточнение сроков буксировки конструкций для бурения. Планирование бурения, строительных и монтажных работ, демонтажа (снятие людей, груза).	Долгосрочное планирование добычи полезных ископаемых, монтажных работ.

Продолжение таблицы 2.11

Объекты	Критерий	Климат	Категории данных				
			Текущая информация и анализы	Прогноз на 48 час	Прогноз на 1 неделю	Прогноз на 1 месяц	Прогноз на сезон
Судостроение	Безопасность судна и людей	Разработка новых конструкций судов. Проектирование и строительство транспортных судов.	Проведение испытаний судов.	Проведение испытаний судов, спуска на воду построенных судов.	Подготовка к испытаниям судов.	Уточнение сроков испытаний судов.	Планирование испытаний судов.
Судоходство – суда, порты	Сокращение простоев людей и техники, безопасность людей и имущества	Организация паромных переправ, расширение каботажного плавания и рейдовой погрузки. Организация поиска и спасения на морях, составление графиков работы судов, выбор маршрутов следования судов, определение мест размещения портов, расчёт загрузки судов и расхода горючего в рейсах. Перегон судов ограниченной мореходности. Организация перевозок грузов. Развитие транспортных коммуникаций, оптимизация перевалочных пунктов.	Оперативное управление погрузо-разгрузочными операциями. Принятие оперативных решений по оптимизации, корректировке технологических процессов, защите производственных объектов и уменьшении потерь от неблагоприятного воздействия гидрометеорологичёских факторов.	Защита от ОПЯ. Планирование морских операций, рекомендованные курсы. Погрузка-разгрузка в море, судоподъёмные операции. Планирование маневровых работ (поставка и съёмка с якоря, переходы на новые места стоянок).	Планирование внутрипортовых операций. Подготовка к грузовым операциям и работам после их завершения.	Уточнение сроков испытаний судов. Принятие решений по корректировке планов, видов деятельности, доплате за работу в сложных условиях, списанию ущерба, подтверждению простоев.	Планирование начала навигации, использование половодья для транспортных операций в устьях рек. Планирование работ по проведению учений.

Продолжение таблицы 2.11

Объекты	Критерий	Климат	Категории данных				
			Текущая информация и анализы	Прогноз на 48 час	Прогноз на 1 неделю	Прогноз на 1 месяц	Прогноз на сезон
		Материально техническое снабжение. Выбор трассы с мин штормовыми условиями.	Проведение мероприятий по ликвидации последствий загрязнения окружающей среды. Поисково-спасательные работы.	Подготовка судна к продолжению плавания после грузовых операций, заказ провозки с лоцманом. Местные прогнозы для прогулочных судов. Прокладка курса.			
Промысловые суда, рыболовство	Расширение промысла рыбы и морепродуктов. Повышение эффективности разведки рыб. Увеличение уловов.	Перспективное планирование биологических ресурсов – определение возможных перспективных районов. Проектирование промысловых судов, снастей – определение типов судов, орудий и методов лова. Оценка естественных флюктуаций рыбных запасов. Определение распределения и численности стад.	Оперативное планирование поиска рыбных ресурсов, уточнение границ промысловых районов. Уточнение способов ведения промысла	Обеспечение добычи морепродуктов. Выделение границ районов промысла. Уточнение сроков промысла. Уточнение характера промысла.	Обеспечение промысла, использование ледоколов. Выделение границ районов промысла. Выбор оптимальных способов ведения промысловых операций. Оценка рассредоточения, скопления и вертикальных миграций.	Уточнение сроков промысла. Выдача промысловых рекомендаций по поведению и распределению объекта промысла. Уточнение промысловых операций.	Определение сроков промысла. Выдача промысловых рекомендаций по поведению и распределению объекта промысла. Планирование промысловых операций.

Продолжение таблицы 2.11

Объекты	Критерий	Климат	Категории данных				
			Текущая информация и анализы	Прогноз на 48 час	Прогноз на 1 неделю	Прогноз на 1 месяц	Прогноз на сезон
	Снижение себестоимости и повышение эффективности. Сохранение устойчивых уловов. Удлинение сроков промысла.	Выявление ареала распределения промысловых объектов (состояние сырьевых ресурсов).		Выбор оптимальных способов ведения промысловых операций. Наведение флотилий на промысловые «банки».			Определение зон максимальных концентраций и уловов промысловых объектов (расчёт сводного годового и квартального улова).
Водные ресурсы	Эффективность работы	Долгосрочное проектирование строительства плотин, водохранилищ. Управление водными ресурсами.	Учёт потребления воды.	Регулирование плотин и водохранилищ. Прогноз наводнений.	Уточнение прогноза осадков.	Уточнение запасов воды. Прогноз осадков.	Оценка водного баланса.
Авиация	Безопасность людей	Долгосрочное планирование освоения новых маршрутов и самолётов.	Разрешение на взлёт и посадку.	Планирование полётов. Принятие превентивных мер при ОПЯ.	Планирование авиаперевозок	Планирование загрузки пилотов и самолётов на маршрутах.	Сезонный прогноз перевозок людей, грузов.

Окончание таблицы 2.11

Объекты	Критерий	Климат	Категории данных				
			Текущая информация и анализы	Прогноз на 48 час	Прогноз на 1 неделю	Прогноз на 1 месяц	Прогноз на сезон
Население (отдых, туризм, освоение новых районов проживания)	Безопасность людей и имущества	Организация отдыха на воде, прибрежного отдыха. Выбор районов опасных и благоприятных для проживания. Выбор структуры населённых пунктов и их развитие.	Защита людей от воздействий ОПЯ.	Планирование текущих дел (одежда, досуг, спорт). Регулирование центрального отопления, кондиционирования воздуха	Уточнение общественных и спортивных мероприятий на открытом воздухе в выходные дни.	Планирование общественных и спортивных мероприятий на открытом воздухе.	Определение благоприятного времени для туризма.
Строительство	Безопасность работающих	Долгосрочное планирование возведения новых городов, сооружений, промышленных объектов автострад. Проектирование зданий, вспомогательных служб	Планирование работ на сутки	Ежедневные операции, принятие работ с учётом мер против ОПЯ	Планирование адаптации к соответствующей погоде. Прокат оборудования и механизмов..	Составление графика работ. Прокат оборудования и механизмов. Погодные испытания зданий.	Уточнение окончательных сроков, задержек строительства и т.д.
Промышленность	Эффективность работы	Долгосрочные оценки спроса на новую и существующую продукцию.	Планирование работ на сутки.	Доставка сырья.	Доставка готовой продукции.	Адаптация промышленности к изменениям погоды.	Прогноз потребностей в товарах сезонного спроса.
Авто- и железнодорожный транспорт	Безопасность людей	Проектирование и строительство авто- и железных дорог	Мероприятия по расчистке дорог от снега, ликвидация затоплений, обогрев дорог.	Планирование мероприятий по расчистке дорог от снега, гололёда.	Адаптация к изменениям погоды.	Местные мероприятия по завозке песка и соли	Составление графика движения.

2.4 Доведение сведений об опасных природных явлениях до руководителей промышленных объектов и населения

2.4.1 Мониторинг обстановки и автоматическое выявление опасных природных явлений

Для развития ГМО руководителей предприятий, органов государственного управления и населения должны выполняться следующие регулярные процессы:

– мониторинг состояния текущей обстановки по имеющимся наблюдениям и прогнозируемым гидрометеорологическим параметрам с пространственным масштабом до 3-8 км;

– постоянное автоматическое выявление ОПЯ на основе интегрированных наблюдённых, аналитических, прогностических, обобщённых и климатических данных, а также пороговых значений показателей явлений для конкретных объектов;

– оценка уровня опасности для конкретных предприятий и видов деятельности;

– автоматическое доведение сведений об ОПЯ до руководителей объектов;

– учёт показателей явлений в бизнес-процессах на промышленных объектах.

Прогноз, предупреждение и защита от ОПЯ включает следующие операции: сбор и передачу данных о явлении в прогностические центры; выдачу официальных сообщений и оповещений; выдачу предупреждений на основе прогноза явления; передачу предупреждения руководителю; уведомление о получении предупреждения; звуковые и цветовые предупреждения руководителей; предупреждение населения; поддержку решений; выполнение превентивных мероприятий (эвакуация, консервация); оценку последствий от явления.

Для реализации такой схемы ГМО должны быть разработаны:

– средства для подписки руководителей предприятий на необходимые данные с указанием района или координат точки, состава параметров; типа информации (наблюдение, или прогноз, или климат), типа объекта, вида деятельности, пороговых значений параметров, при которых необходима рассылка;

– приложение, которое автоматически выделяет станции (точки), район с определённым уровнем опасности или по маршруту следования объекта и формирует таблицу со сведениями об ОПЯ для объектов, которые в данный момент находятся на обслуживании;

– приложение, которое отбирает из штормовых сообщений записи, относящиеся к районам (точкам), указанным в заявке руководителя, и передаёт им сведения об ОПЯ;

– приложение в виде информационной панели, на которой показываются изменения значений наблюдённых и прогностических параметров, отмечаемые на иконках гидрометеорологических приборов с указанием уровня их опасности;

– приложение для более детального знакомства с гидрометеорологической обстановкой по району на основе наблюдённых, прогностических и климатических значений параметров с динамическим отражением уровня опасности для каждого параметра;

– приложение по выдаче сведений о возможных воздействиях опасных явлений на промышленные объекты с оценкой возможного ущерба, а также перечень рекомендаций для проведения превентивных мероприятий;

– приложение по доставке данных в информационные системы предприятий с автоматической их загрузкой в БД;

– приложение по мониторингу состояния выполнения подписки (сколько сообщений доставлено, по какому району, каким ресурсам, параметрам, критериям), а также показатели работы по обслуживанию (мин, макс и среднее время доставки штормовых предупреждений на основе информации о физическом времени доставки и времени получения уведомлений, полученных от руководителей).

К числу базовых средств информационного обеспечения руководителей относятся приложения для:

– работы с БД исходной, прогностической и климатической информации;

– выявления ОПЯ – средство анализа потока исходных и прогностических данных на предмет превышения пороговых значений его показателей;

– удалённого ввода знаний – сбор, формализация, создание и редактирование БЗ;

– визуализации исходной, прогностической и климатической информации, а также индикации значений параметров (МетеоМонитор);

– индикации показателей явления – превышения пороговых значений (приложение МетеоАгент, работающее на любом интернет устройстве);

– выдачи сведений о воздействиях на промышленные предприятия и население, рекомендаций для выполнения превентивных, спасательных и других мероприятий;

– оценки возможных ущербов, а также расчёта стоимости превентивных мероприятий.

ГМО включает также детализированные данные во времени и в пространстве:

– учащённые наблюдения, предупреждения, карты ледовой обстановки, снимки с ИСЗ;

– специализированные прогнозы и предупреждения, в т. ч. прогностические карты по маршрутам движения судов, требуемый шаг сетки – 3 км;

– интегрированные данные (текущие, прогностические и климат) в точке;

– консультации.

СППР должна создаваться с учётом новых технологических подходов, к которым можно отнести интеграцию распределённых и неоднородных гидрометеорологических данных. Без этой работы невозможна дальнейшая эффективная автоматизация процессов обслуживания руководителей, массовое использование средств удалённого ввода данных для создания коллективной базы знаний о воздействиях и рекомендациях; персонализация обслуживания за счёт применения мобильных интернет-средств для отображения информации; создание простых и доступных сервисов для руководителей.

Для функционирования средств мониторинга ОПЯ необходимо регулярное получение информации о состоянии окружающей среды на основе единой информационной платформы и сопряжение со всеми существующими и перспективными измерительными системами, и другими системами сбора, передачи, обработки и хранения данных о состоянии окружающей среды [56]. Наиболее эффективным вариантом для доставки информации в СППР может служить Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО, http://esimo.ru), в которой интегрированы наблюдённые, аналитические, прогностические и климатические данные. Оперативные данные в этой системе обновляются в автоматическом режиме с заданной периодичностью – от нескольких мин до недели – в зависимости от частоты наблюдений. Климатические данные обновляются по мере необходимости, например, один раз в год или раз в пять лет.

Для подготовки необходимых данных для руководителей производится регулярная обработка интегрированных данных (фильтрация, выборка, приведение к одним структурам, единицам измерений и т.п.) и пересылка их на ftp-сервер организации, где установлены программные средства для их использования в бизнес-процессах. После обновления данных на поставщике информационных ресурсов данные автоматически доводятся до приложения, срабатывание приложения тоже происходит по событию. Результаты работы приложения оформляются как информационный ресурс и хранятся в базе интегрированных данных (БИД).

Важно автоматически идентифицировать ОПЯ и незамедлительно отреагировать на них – автоматически передать сведения о них руководителям. Одно из немаловажных преимуществ такого подхода в том, что появляется возможность более оперативно адаптироваться к любым изменениям окружающей среды, которые влияют на состояние предприятия и его деятельность. Выделяемые сведения об ОПЯ из потока данных наблюдений посылаются руководителям в виде штормовых предупреждений; обрабатываются по их получении, а не по расписанию. Это событийно-ориентированная парадигма одновременной работы с множеством источников и потребителей данных, с возможностью извлекать с помощью них необходимые знания и принимать с их помощью соответствующие решения.

БИД содержит в себе набор показателей, относящихся как к конкретному объекту, так и к определённому географическому району, в зависимости от производимых наблюдений. В ЕСИМО созданы аналитические средства, которые позволяют выявлять опасные ситуации для различных объектов, видов деятельности. БИД включает:

– измеренные данные с различных наблюдательных платформ (станции, научно-исследовательские и попутные суда, буи, спутники), получаемые в режиме реального времени и доставляемые в автоматическом режиме до руководителей предприятий;

– штормовые предупреждения о тайфунах, наводнениях, передаваемые по каналам глобальной сети телесвязи;

– аналитические и прогностические данные в узлах регулярной сетки;

– климатические данные по параметрам окружающей среды на гидрометеорологических станциях; информацию об истории прецедентов ОПЯ, единую картографическую основу и тематические слои в виде картографических сервисов стандарта Open Geospatial Consortium (WMS, WFS), а также информация о плотности населения и объектах хозяйственно-экономической деятельности.

Кроме штормовых предупреждений информация об ОПЯ может содержаться в различной информационной продукции. Например, в ЕСИМО (http://esimo.ru) имеется информационная продукция, подготавливаемая различными организациями с возможностью доступа к ней в режиме онлайн. Информация обрабатывается в цифровом виде (выделяются районы с превышением пороговых значений показателей явлений) и совмещается с данными по объектам экономики, находящимися в районах с опасными условиями. На основе ЕСИМО можно организовать: автоматическое выделение явлений на основе всех интегрированных данных; оповещение руководителей о возникших

явлениях. Результатом работы этого блока является постоянно обновляемая БД с ОПЯ для каждого объекта, вида деятельности.

С помощью приложения МетеоАгент возможно оповещение руководителей об этом, с предоставлением информации о текущей ситуации, а также с возможностью получения более подробной и детальной информации о явлении. При этом, кроме факта наличия ОПЯ, сообщать руководителю возможный ущерб, затраты на превентивные мероприятия и сведения о воздействиях и рекомендации [119].

2.4.2 Организация гидрометеорологического обеспечения

Для организации ГМО, включая подписку, необходимо иметь координаты точки или района, состав параметров; тип информации (наблюдения и/или прогноз, климат), тип объекта, вид деятельности, пороговые значения параметров, при которых необходима рассылка. Для этого необходимо:

– определить состав параметров, которые необходимы руководителю;

– назначить пороговые значения показателей для различных типов промышленных объектов, видов деятельности для каждого ОПЯ с учётом его уровня опасности;

– создать БД пороговых значений показателей ОПЯ для конкретных промышленных объектов и их видов деятельности;

– определить информационные ресурсы о состоянии окружающей среды, на основе которых будут определяться ОПЯ и вестись мониторинг её состояния.

В качестве информации об объекте должны вводиться название объекта, его тип деятельности (выбирается из списка зарегистрированных типов), координаты объекта. В случае если объект представляется точкой с двумя координатами, они заполняются в поля минимальной и максимальной широты и долготы соответственно. Если объект представляет собой георайон, то его координаты вписываются в соответствующие поля для ввода.

Для принятия решений на объектах промышленности необходима информация о них, включая сведения о подразделениях предприятия, их ответственность, функции, состав; описания процессов принятия решений при воздействии ОПЯ; информацию о видах деятельности; данные, необходимые для осуществления превентивных мероприятий – сведения о трудовых ресурсах, технологиях, оборудовании, организационной структуре; правила и процедуры, используемые при исполнении процессов принятия решений; навыки и приёмы, накопленные работниками организации и используемые

ими при выполнении превентивных мероприятий; показатели, используемые для оценки и анализа эффективности и результативности принятия решений.

Для получения ТЭИ об объекте система должна взаимодействовать с внутренними ИС, работающими на объекте, для обмена данными и получения сведений об объектах и видах деятельности, паспортах безопасности объектов. ТЭИ необходима для расчёта возможного ущерба и стоимости превентивных мероприятий.

При описании объекта необходимо из предлагаемого списка параметров выбрать те параметры, для которых необходимо отслеживать превышение пороговых значений. Локальные пороговые значения по четырём уровням опасности записываются в БД «Пороговые значения». После выделения параметров система автоматически определит, в каких информационных ресурсах имеются такие параметры, а администратор системы должен уточнить на основе метаданных ресурса, насколько эти ресурсы удовлетворяют всем условиям (полнота, актуальность, временное разрешение, район интересов и другие) и зарегистрирует информационные ресурсы, на основе которых будет вестись обслуживание предприятия. Далее эти ресурсы ставятся на регулярную обработку для выявления ОПЯ по пороговым значениям или, если этот ресурс уже есть в обработке, то для него добавляются новые условия для выявления явлений для зарегистрированного предприятия или вида деятельности.

ОПЯ выделяются как на уровне пункта наблюдений (превышение показателя зарегистрировано в одном пункте наблюдений), так и района (явление зарегистрировано в нескольких точках наблюдений). При этом используются как предупреждения УГМС, так и выявленные автоматически явления на основе наблюдённых и прогностических данных. Автоматическое выявление ситуаций, связанных с превышением локальных пороговых значений показателей, применяется для более эффективной организации управления промышленными объектами (нет необходимости руководителю постоянно находиться у экрана компьютера); определения необходимой цветовой и звуковой сигнализации об ОПЯ; снижения объёма информационного потока в окне сообщений об ОПЯ; уменьшения количества событий, предоставляемых руководителю.

Руководитель может включить или исключить ОПЯ из подписки на автоматическое получение сведений о нём, если он считает, что это явление на его объект не оказывает никакого негативного явления. Если наблюдается несколько явлений одновременно, а значение показателя по одному из явлений имеет более высокую степень опасности, то всей ситуации присваивается более

высокий уровень опасности. Возможны следующие ситуации, связанные с доведением сведений о явлении:

– сообщения могут не поступить, а ОПЯ произошло;

– сообщение было, но руководитель его по каким-то причинам игнорировал;

– сообщение было, и руководитель подтвердил его получение;

– ОПЯ закончилось, а руководитель не получил подтверждения об его отмене или не ответил на отмену явления.

При выявлении ОПЯ устанавливается причина его возникновения. Знание причин позволяет предсказать его развитие и возникновение новых явлений, причинами возникновения которых являются первое явление в эффекте «домино». При этом возможно три варианта выявления ОПЯ для каждого объекта.

Первый – это когда сведения об ОПЯ выявляются наблюдателями на гидрометеорологической станции и передаются в коде WAREP по ГСТ. Эти сообщения можно использовать для выявления объектов и видов деятельности, на которые они влияют. Для этого используется таблица пороговых значений показателей и таблица показателей явлений, влияющих на эти объекты.

Второй вариант, это когда синоптики в УГМС, НИУ (ААНИИ, Гидрометцентр России и др.) на основе анализа текущей ситуации, прогностических синоптических карт и других материалов делают прогноз возможных явлений и передают его в соответствии со списком рассылки. В создаваемой системе эти прогнозы и предупреждения о них можно также использовать для выявления объектов и видов деятельности, на которые они влияют. Здесь тоже используется таблица пороговых значений показателей и таблица показателей явлений, влияющих на эти объекты. Для каждого из видов хозяйственной деятельности существуют свои ограничения деятельности, например, связанные с сильным ветром, которые могут не совпадать с градациями сильного ветра, установленными в руководящих документах [25, 57].

В третьем варианте используются имеющиеся источники исходных, прогностических и климатических данных. Все значения параметров проверяются на пороговые значения. Таким образом, выделяются ОПЯ для объектов и видов деятельности. Сведения о выделенных явлениях передаются в виде SMS-сообщений на интернет-устройство руководителя. Безусловно, официальные сведения об ОПЯ, формируемые на ГМС и синоптиками, также должны передаваться руководителям в виде SMS-сообщений.

На основе данных ЕСИМО организуется не только автоматическое выделение ОПЯ на основе всех интегрированных данных, но и оповещение

руководителей о возникших явлениях по инициативе системы за счёт программы МетеоАгент, работающей на мобильном интернет-устройстве руководителя. Информация, предоставляемая руководителям, должна удовлетворять следующим требованиям: минимальный объём информации, выдаваемой руководителю; повышение детализации данных по мере углубления в детальности их представления; отображение в форме, непосредственно пригодной для использования без необходимости выполнения различных промежуточных вычислений или преобразований.

Информация должна получаться в зависимости от ситуации – по показателям явления в виде пространственного (изолинии, полигоны) – на основе сеточных данных или временного (временные ряды) представления данных в точке. При этом должны строиться соответствующие этим типам данных карты и графики (диаграммы). Для временных рядов вычисляются тренды.

Результаты обработки показателей гидрометеорологической обстановки должны использоваться для оперативной оценки состояния объектов и видов деятельности на объекте; построения графиков изменения показателей во времени с выделением опасных тенденций (например резкое падение атмосферного давления) или отклонений от климатических норм.

Имея координаты или районы расположения объектов, а также сведения об опасных ситуациях, которые опасны именно для этого объекта и вида деятельности, можно в ГИС увидеть, в какой части пространства находится явление и как далеко находится объект от его эпицентра. Требуется на основе этой информации составить сообщение, которое бы давало уровень опасности для каждого объекта, расположенного в районе опасности.

2.4.3 Передача сведений об опасных природных явлениях

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

В состав сообщения включается название объекта, вид деятельности, название параметра (ов), его значение, уровень опасности. Сообщение посылается на электронную почту и/или номер мобильного телефона, отражается в перечне сообщений в АРМе.

Приложение по доведению должно отвечать следующим требованиям:

– сведения об ОПЯ должны автоматически передаваться руководителям с помощью SMS, электронной почты и т.п.;

– обеспечить возможности изменения в списках рассылки;

– передавать сообщения по возможности текстом (без кодировки), чтобы руководитель как можно быстрее понял сообщение;

– обеспечить удобный вывод сообщений на любое мобильное интернет-устройство.

Автоматическое доведение конкретных значений гидрометеорологической информации в необходимые сроки, для конкретного бизнес-процесса, становится насущной необходимостью. Росгидромет должен организовать подготовку и доставку необходимой информации в соответствии с согласованным с руководителем Регламентом ГМО того или иного предприятия или органа исполнительной власти.

При возникновении ОПЯ программа МетеоАгент будет оповещать руководителя об этом с предоставлением минимума информации о текущей ситуации. В сообщении должна быть ссылка на программу МетеоМонитор.

Схема организации автоматического информационного обеспечения руководителей в случае ОПЯ призвана обеспечить информативность сообщений; быстрое ознакомление со сложившейся обстановкой для отображения при помощи иконок, определяющих общепризнанные стандартизованные приборы; индикацию показателей среды на основе мониторинга обстановки в виде «светофора»; выдачу сведений о возможном ущербе и затрат на превентивные мероприятия; предоставление сведений о воздействиях и рекомендации для поддержки решений.

Сервис SMS-оповещения предоставляет возможность доведения информации о превышениях пороговых значений отслеживаемых параметров. Подписка на доставку сведений об ОПЯ с указанием конкретного объекта, параметра, уровня опасности и ссылки на более подробную информацию осуществляется на странице сайта при организации ГМО конкретного предприятия.

Программа МетеоАгент должна настраиваться под конкретный объект. Определяются тип объекта и виды деятельности, выполняемые на объекте. Выбирается конкретная гидрометеорологическая станция, обслуживающая данный объект, регион или область в зависимости от масштаба объекта. Значения пороговых показателей ОПЯ задаются на основе имеющихся руководящих документов [25, 57] или накопленного опыта. Кроме того, должен учитываться уровень принятия решений, например, администрация города, руководители различных городских служб, руководители промышленных предприятий, население.

Для более детального знакомства с гидрометеорологической обстановкой используется приложение МетеоМонитор, которое обеспечивает следующие формы представления информации:

– карты распространения явления в пространстве;

– графики изменения показателей во времени;

– таблицы значений сложившихся условий окружающей среды в конкретном пункте наблюдений или ближайшем узле регулярной сетки;

– результаты индикации значений, показывающие состояние показателей явления, отдельных объектов и видов деятельности;

– сообщения о возникновении явления;

– сигнализация об опасности звуковыми, цветными и другими средствами.

Приложение МетеоМонитор отражает параметры среды, влияющие на промышленный объект, в виде приборов – термометр, анероид, рейка, спидометр, гигрометр, термограф, барограф, осадкомер, флюгер с возможностью индикации показателей, превысивших пороговые значения, и просмотра графиков изменения во времени этих показателей. Приложение МетеоМонитор в совокупности с геоинформационными сервисами предоставляет руководителю детальную информацию по району или в точке, отображающую не только динамику изменения показателей в виде графиков, но и карты, таблицы, описания обстановки. При обновлении данных в источниках автоматически обеспечивается актуальность данных. МетеоМонитор работает с базой интегрированных данных и используется для подготовки и представления руководителям федерального и регионального уровней аналитической информации. Приложение обеспечивает обработку, анализ количественных и качественных характеристик состояния окружающей среды.

Гидрометеорологические данные должны использоваться в автоматизированных бизнес-процессах предприятий для постоянного учёта, например, ветра, температуры воздуха и других параметров. В этом случае руководитель предприятия подписывается на доставку необходимых данных. При этом в зависимости от бизнес-процесса данные могут поставляться для точки, района или траектории.

Если предприятие находится в определённой точке, то наблюдённая гидрометеорологическая информация поставляется по пункту наблюдений, который ближе всего находится к предприятию, а прогностическая информация – по результатам интерполяции между четырьмя точками сетки, в районе расположения предприятия.

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

Если предприятие представляет собой динамический объект (судно, самолёт), то для него выбираются пункты наблюдений по всему маршруту судна, аналогично по результатам интерполяции в точки для всего маршрута судна.

Наблюдённые данные и прогностическая информация поставляются в соответствии с временным разрешением этого информационного ресурса. При этом данные предыдущих наблюдений не повторяются в сообщениях, посылаются только те параметры, которые необходимы для работы бизнес-процессов предприятий.

2.4.4 Организация прогноза воздействий опасных природных явлений и выдача рекомендаций для принятия решений

После получения сведений об ОПЯ руководитель должен дать прогноз возможных воздействий и составить список рекомендаций для руководителей. Для этого необходимо:

– обеспечить осведомлённость населения и руководителей для идентификации и прогнозирования опасностей;

– выбрать средства и методы информирования и консультирования общественности;

– идентифицировать уровень опасности на основе значений показателей воздействия (при каких значениях наступает отрицательное воздействие);

– уточнить причину явления, показатели явления, уровень опасности;

– определить список возможных объектов, на которые воздействует явление;

– дать прогноз всех ожидаемых воздействий для каждого объекта и вида деятельности;

– информировать население об ОПЯ, уровне опасности, возможных воздействиях и выдать рекомендации;

– оценить ущерб для наиболее значимых воздействий;

– определить перечень рекомендаций для уменьшения или предотвращения воздействий;

– оценить стоимость проведения превентивных мероприятий;

– выбрать альтернативные решения.

Степень воздействия явления, группы явлений на объекты экономики зависит от их интенсивности, а общий размер ущерба определяется

интенсивностью показателя явления, географическим масштабом, продолжительностью воздействия. После выявления превышений порогового значения система должна автоматически определить тип явления, выдать типовой сценарий и план действий по предотвращению возможных воздействий.

Гидрометеорологическую информацию нужно включать в системы на планшетных компьютерах или смартфонах, что обеспечит мобильную работу руководителей различного ранга. С помощью таких средств, руководители предприятий смогут получать оперативный доступ к текущей, прогностической и климатической информации, иметь возможность оценить опасность явлений, быстро принять управленческие решения на основе этих данных. Необходимые данные в системе будут автоматически обновляться, подгружаясь из интегрированной БД. При работе с системой руководитель заранее определяет тип объекта, виды деятельности, район интересов или фиксированную точку, для которой нужна гидрометеорологическая информация. По каждому району или точке будут доставляться значения показателей, представленные в виде наблюдённых, прогностических и климатических значений. Это позволит значительно улучшить информационно-аналитическую поддержку руководителей.

Выработка управляющих рекомендаций, основанная на навыках, правилах и знаниях, должна базироваться на следующих принципах:

– информация о сложившейся ситуации должна содержать минимальное количество факторов и описывать их состояние и взаимосвязь;

– информация об опасной ситуации должна включать только те факторы, которые влияют на управление в настоящий момент или будущем;

– при описании ОПЯ необходимо учитывать место и время возникновения, уровень опасности, причины явления, прогноз воздействий ОПЯ на объекты и их деятельность;

– система должна обладать полномочиями советчика, а руководитель предприятия должен решать – «принять или не принять» совет системы;

– система не должна навязывать решения – это прерогатива руководителя, он должен достаточно быстро определить корректность её совета.

Информационный процесс предоставления информации должен обладать следующими свойствами:

– полнота данных – предусматривает получение всей необходимой информации;

– достоверность информации – выявленные сведения об ОПЯ должны уточняться на основе других источников;

– точность – границы выявленных явлений должны быть выделены как можно точнее;

– ценность и полезность информации – доводиться должна только та информация, которая будет использоваться для прогноза воздействий ОПЯ или его прогноза;

– коэффициент актуальности информации, определяющей своевременность её получения, должен достигать 99 %, при этом должна быть возможность получения необходимых данных из альтернативных источников;

– оперативность и доступность данных – все данные должны быть доступны в режиме онлайн (для экологических ситуаций некоторые показатели определяются после лабораторных анализов, поэтому время обнаружения опасной ситуации измеряется несколькими днями);

– регулярность использования информации – выделение ОПЯ на основе поступающей информации должно проводиться регулярно в соответствии с регламентом её получения.

Графический вид представления информации нужен для отображения хода изменения значений показателей ОПЯ на графике; понимания бизнес-процессов, выполняемых в период подготовки и прохождения ОПЯ; краткого и ёмкого отображения информации, например, направление движения, пункт эвакуации (пиктограммы по пути движения); построения карт (двух-, трёх-, и четырёхмерных).

Человеко-машинный интерфейс включает в себя совокупность технических средств, персонала, методов и способов организации, представления и управления данными, различного рода возможностей контроля видов деятельности и воздействия ОПЯ на них. Интерфейс должен адекватно:

– отображать воздействия и рекомендации в максимально удобной для руководителя форме (список не должен включать большой перечень);

– обеспечить понимание руководителем динамики процесса воздействий ОПЯ (учёт эффекта «домино»);

– давать возможность получить нормативно-методическую, правовую и инструктивную информацию в этой области;

– представлять надёжную информацию для сигнализации и оповещения населения и работников предприятий о прохождении явления;

– использовать различные способы передачи и получения информации;

– исключить избыточную информационную нагрузку на руководителя, обеспечивая его при этом необходимой и достаточной информацией для оценки опасности ОПЯ и принятия превентивных мер;

– строиться на заранее формализованных бизнес-процессах, выполняемых на предприятии до (потенциально возможное проявление ОПЯ, получение прогноза о возможном прохождении явления), в период и после его прохождения;

– исключить возможность потери контроля над процессами получения информации обо всех изменениях во внешней среде и внутренней обстановке на объекте, включая состояние технологических процессов на объекте при воздействии на них ОПЯ;

– упорядочить предоставление работникам предприятия и населению различных форм сигнализации об угрожающей опасности от явления;

– использовать в интерфейсе сокращения, термины, определения, используемые в соответствующей отрасли;

– минимизировать действия руководителя по получению информации (он должен получать информацию о явлении по инициативе системы, а не сам инициировать этот процесс, на последующих шагах предоставлять ему только заранее определённые формы сведений о сложившейся обстановке, состоянии объекта и видов деятельности);

– контролировать выполняемые функции и действия руководителя.

Управление с помощью ГМИ включает ситуационный анализ состояния объекта и его деятельности; оценку возможных воздействий и ближайших, и отложенных последствий ОПЯ; поиск управляющих действий (рекомендаций) руководителю, адекватных ситуации – планирование; сигнализация об уровне опасности; исполнение – реализация разработанных планов с учётом имеющихся ресурсов; отслеживание – проверка исполнения действий и их эффективности.

На основе накопленного опыта можно составить вариант мероприятий с учётом состояния объекта, 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 иногда выпадают из памяти известные ему способы и приёмы решения аналогичных задач.

Выработка решения – включает формирование, оценку и выбор альтернатив из перечня рекомендованных мероприятий. Предварительный выбор лучшей альтернативы осуществляется на основе детального анализа альтернативных рекомендаций с позиции достижения заданных целей, стоимости (требуемых затрат ресурсов) и конкретным условиям реализации решения. Суждение о предпочтительности альтернатив выносится по результатам их сравнения или оценки. При этом определяются позитивные и негативные стороны каждой альтернативы и

сопоставляются альтернативы с принятыми стандартами и критериями. Для каждой групп решений должны быть разработаны свои модели оценки альтернатив.

Руководитель получает информацию от средств отображения информации, сопровождаемой цветовыми сигналами предупреждения и тревоги. Руководитель может получать дополнительную звуковую информацию от вышестоящих структур. Руководитель получает информацию о явлении, состоянии объекта и вида деятельности одновременно с предупреждением об ОПЯ.

Информация должна представляться на экранах компьютеров с помощью функциональных клавиш, мнемосхемах в виде цветовой сигнализации, динамиках – звуковой сигнализации. Функциональные клавиши позволяют вызвать любое приложение (Оповещения, МетеоМонитор, МетеоАгент). Информация на мнемосхемах отражает уровень опасности. В зависимости от уровня опасности и типа ОПЯ издаётся соответствующий звук.

Должно быть составлено несколько мнемосхем объекта, связанных между собой гиперссылками и позволяющих увидеть ситуации в целом для предприятия, детальные ситуации для каждого вида деятельности и бизнес-процесса.

За счёт такой организации мнемосхем усиливается концентрация внимания руководителя на наиболее ответственных событиях, уменьшается время отклика вызова фрагментов мнемосхем и других форм контроля над объектом и видами деятельности; увеличивается удобство работы; снижается утомляемость руководителя. В зависимости от опасного явления и пороговых значений для каждого объекта иконка объекта и технологического процесса должна подсвечиваться определённым цветом.

Кроме схемы отражения гидрометеорологической обстановки с индикацией пороговых значений нужна мнемосхема состояния предприятия (нахождение в опасности его территории, видов деятельности, различных объектов, оборудования на плане местности), состоянию (включён, выключен) оборудования, подвергаемого воздействию ОПЯ, а также опасности для него.

Руководителю предоставляется возможность вывода справочной информации в отдельном окне сведений о показателях явления, включая код, название, размерность, единицы измерения, диапазон изменчивости, пороговые значения. Все показатели отображения информации и сигнализации должны быть настраиваемыми. Система должна настраиваться на объект и виды деятельности, выполняемые на нём как по влияющим явлениям, так и уровням опасности. На планах, например, морского порта должны быть отражены:

– причалы со стоящими судами – отстой, временный заход, ремонт, суда на вечной стоянке (суда-музеи) – сильный ветер, уровень воды;

– суда у причалов под погрузкой, разгрузкой – в зависимости от типа груза, например, для зерна опасны жидкие осадки, при использовании кранов – ветер, при разгрузке тропических фруктов – температура воздуха 0 градусов и ниже;

– склады – при определённом уровне воды происходит подтопление складов;

– места расположения грузов в порту – в зависимости от типа груза возникает необходимость укрытия от осадков и низкой температуры;

– суда, подходящие и выходящие из порта – ветер, волнение, лёд;

– суда, стоящие на рейде, ждущие прохода под мостами – безопасность прохода зависят от ветра, волнения, наличия льда;

– туристические суда на реках и каналах зависят от ветра, волнения и льда;

– стоянка маломерных судов зависит от уровня воды и ветра;

– выход в море парусных яхт зависит от волнения, льда, ветра;

– работа обслуживающих судов (лоцманские, танкеры для местной заправки, буксировщики, пожарные суда) в порту зависят от ветра, волнения, льда.

2.5 Использование гидрометеорологической информации в бизнес-процессах промышленных предприятий

Последовательность действий для реализации бизнес-процесса включает:

– определение участников взаимодействия, вовлечённых в выполнение бизнес-процесса;

– идентификацию стратегии работы предприятия;

– определение слабого звена в существующих бизнес процессах;

– разработку архитектуры бизнес-процесса;

– декомпозицию бизнес-процесса на несколько сервисов;

– определение состава нормативно-правовых документов (НПД), на основе которых выполняется бизнес-процесс, или разработка таких документов;

– разработку ключевых показателей выполнения бизнес-процесса;

– оценку времени выполнения, стоимости работ;

– описание паспорта бизнес-процесса;

– формирование плана обеспечения гидрометеорологической информацией и информационной продукцией внешних ИС;

– описание ситуаций, связанных с воздействиями ОПЯ и рекомендациями, которые надо выполнить различным участникам процесса;

– проектирование, регламентацию процессов;

– разработку должностных обязанностей и инструкций;

– внедрение бизнес-процесса.

Описание бизнес-процессов должно включать следующие разделы: входные и выходные данные; механизмы – совокупность инструментов, посредством которых осуществляются необходимые действия; управление – совокупность условий (правил), в рамках которых протекает бизнес-процесс.

Входными данными, используемыми для инициализации процесса, являются сообщения об ОПЯ, сведения о состоянии объекта. Выходными данными являются сведения о возможных воздействиях, получаемые руководителем, и рекомендации для выполнения превентивных мероприятий. Инструментами для доставки информации являются электронная почта, SMS, подписка на доставку данных для сервисов бизнес-процесса.

Люди, механизмы, транспорт являются средствами, с помощью которых осуществляются превентивные мероприятия. Для управления необходимо знать виды деятельности, на которые влияют ОПЯ, уровень управления, климатическую зону, сезон года, пороговые значения показателей, при которых нарушается нормальное функционирование промышленных объектов.

Для каждого объекта должен быть составлен регламент обеспечения бизнес-процессов, в которых необходимо использование ГМИ. Регламент должен включать:

– список показателей опасных явлений;

– перечень операций по автоматическому выявлению явления и доставке сведений о них руководителям органов государственной власти, промышленных предприятий;

– последовательность действий по получению сведений о воздействиях и рекомендаций для предотвращения воздействий ОПЯ;

– методику оценки ущербов, расчёта стоимости превентивных мероприятий;

– критерии принятия решения;

– последовательность принятия решений до, в период и после явления;

– формы отчётности о совершении действий или принятия решений руководителем предприятия при учёте состояния окружающей среды.

Важной частью регламента ГМО бизнес-процессов является наличие нормативного документа, описывающего порядок обслуживания в период ОПЯ. Фрагмент регламента обеспечения ГМИ и информационной продукцией автоматизированной системы МЧС России средствами ЕСИМО включает сведения об источниках информации, места доставки (табл. 2.12).

Сведения о бизнес-процессах включают: полное и краткое наименование; назначение; цель; название объекта, для которого создан бизнес-процесс; руководитель объекта; название вида деятельности; организация,

поддерживающая бизнес-процесс; участники бизнес-процесса; входные данные; источники данных; провайдер данных; сроки представления; формат передачи; средство и адрес, куда и как доставляются данные; перечень сервисов; требования по безопасности бизнес-процесса; сценарии использования данных; результаты исполнения; процедуры обслуживания; процедуры оплаты – указываются сведения о возмездности (безвозмездности) исполнения процесса; нормативные правовые акты; порядок передачи результатов выполнения бизнес-процесса исполнителям; максимальное время запаздывания при выполнении бизнес-процесса; заблаговременность прогноза; версия программного обеспечения; автор; фазы выполнения; предусловия; последовательность обработки; постусловия; результат работы; типовые ситуации; примеры реализации; обратная связь.

Пример описания сведений о бизнес-процессах для двух ситуаций, связанных с наводнением и отрывом льда с рыбаками-любителями представлен в табл. 2.13 и 2.14.

Выполнение бизнес-процесса для ГМО руководителей предприятий включает следующие этапы:

1) Получение данных из ГСТ, раскодировка и загрузка в БД (автоматический процесс).

Результат: База данных, готовая к работе.

2) Выявление по полученным телеграммам (СИНОП, ШИП, МОРЕ, ГИДРО, и др.) опасных явлений с использованием локальных пороговых значений параметров для конкретных объектов (автоматический процесс).

Результат: Список опасных явлений в отдельной таблице с указанием даты, времени, названия показателя, уровня опасности, типа данных (наблюдения).

3) Выявление по прогностическим данным районов с превышением локальных пороговых значений показателей опасных явлений для конкретных объектов (автоматический процесс).

Результат: Список опасных явлений в отдельной таблице с указанием даты, времени, названия показателя, уровня опасности, типа данных (прогноз).

4) Автоматический контроль полученных сведений об опасных явлениях на основе проверки предыдущих сроков, прогноза на следующие сутки и т.д.

Результат: Проконтролированные сведения об опасных явлениях.

5) Доставка сведений об опасных явлениях руководителям промышленных объектов на любое интернет-устройство.

Результат: Звонок руководителю, чтобы он обратил внимание на полученное сообщение.

Таблица 2.12 – Фрагмент регламента обеспечения ГМИ и информационной продукцией автоматизированной системы МЧС России средствами ЕСИМО

Название прикладной задачи	Источник данных (организация, станция, прибор и др.)	Информационные ресурсы	Организация-получатель данных	Провайдер информации	Краткое описание сервиса	Заблаговременность	Время запаздывания	Сроки представления	Состав параметров	Формат (NetCdf, ASCII, HTML и др.)	Средство и адрес, куда доставляются данные (e-mail, ftp, сотовый телефон, БИД)	Назначение
Обеспечение защиты населения регионов РФ от стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций техногенного характера.	ГМС	WAREP	НЦУКС МЧС России	ВНИИГМИ-МЦД	Таблица, содержащая координаты района, дату, время, название ОПЯ	0 ч	10 мин.	По мере поступления	Втр, осадки	ASCII	E-mail, SMS	Принятие решения о проведении превентивных мероприятий
	УГМС, ЦГМС,	SIGMET	НЦУКС МЧС России	ВНИИГМИ-МЦД	Таблица, содержащая координаты района, дату, время, название ОПЯ	0 ч	10 мин.	По мере поступления	ОЯ	ASCII	E-mail, SMS	Принятие решения о проведении превентивных мероприятий
	ГМС	Текущая гидрометеорологическая обстановка	НЦУКС МЧС России	ВНИИГМИ-МЦД	Карта, таблица, график	0 ч	60 мин после наблюдения	Каждые 3 часа	Та, двл, втр, осадки, обл	WMS	E-mail, FTP, АРМ	Принятие решений о проведении аварийно-спасательных мероприятий
	ГМС, НПО «Тайфун»	Радиоактивное загрязнение окружающей среды	НЦУКС МЧС России	ВНИИГМИ-МЦД	Карты, таблица, график изменения за последнюю неделю	0 ч	60 мин после наблюдения	Ежедневно		ASCII	E-mail, FTP, АРМ	Принятие решения о проведении превентивных мероприятий
	УГМС, Гидрометцентр	Метеопрогнозы	НЦУКС МЧС России	ВНИИГМИ-МЦД	Карты, таблица, график изменения за последнюю неделю и на 5 дней вперёд.	120 ч	12 ч	Один раз в сутки, на 5 суток вперёд	Та, двл, втр, осадки	WMS	E-mail, FTP, АРМ	Принятие решений о проведении аварийно-спасательных мероприятий

Окончание таблицы 2.12

Название прикладной задачи	Источник данных (организация, станция, прибор и др.)	Информационные ресурсы	Организация-получатель данных	Провайдер информации	Краткое описание сервиса	Заблаговременность	Время запаздывания	Сроки представления	Состав параметров	Формат (NetCdf, ASCII, HTML и др.)	Средство и адрес, куда доставляются данные (e-mail, ftp, сотовый телефон, БИД)	Назначение
Обеспечение экологической безопасности	ЦГМС, ГОИН	Загрязнение морей РФ	МПР России	ВНИИГМИ-МЦД	Карты, таблица, график	0 ч	7 дней	Ежегодно, до 15 февраля следующего года	Загрязнение нефтью, тяжёлые металлы, др.	ASCII	E-mail, FTP, АРМ	Принятие решения о проведении превентивных мероприятий
Обеспечение безопасности мореплавания	УГМС, Гидрометцентр, ААНИИ	Прогнозы волнения	Капитан судна	ВНИИГМИ-МЦД	Карты, таблица, график	12 ч.	3 ч	Ежесуточно	Тв, влн, втр, уровень воды	WMS	E-mail, FTP, АРМ	Принятие решения о проведении превентивных мероприятий
	ААНИИ, Гидрометцентр	Прогнозы ледовой обстановки	Администрация СМП	ВНИИГМИ-МЦД	Карта	7 дней	1 день	Каждые 10 дней	Ледовая обстановка	WMS	E-mail, FTP, АРМ	Завоз материальных средств в районы Крайнего Севера
	ВНИИГМИ-МЦД ААНИИ, ГОИН	Временные ряды среднемесячных значений	Администрация СМП	ВНИИГМИ-МЦД	Карта, таблица, график	0 ч	7 дней	Ежегодно, до 15 января следующего года	Метео, гидро	ASCII	E-mail	Прогноз аномалий
	ВНИИГМИ-МЦД ААНИИ	Климатические данные в узлах сетки	Администрация СМП	ВНИИГМИ-МЦД	Карта, таблица, график	0 ч	3 мес	Раз в 5 лет	Метео, гидро	ASCII	E-mail	Анализ изменения климата
	ААНИИ	Климатические данные	Администрация СМП	ВНИИГМИ-МЦД	Карта, таблица, график	0 ч	3 мес	Раз в 5 лет	Лёд	WMS	E-mail	Анализ изменения климата
	ВНИИГМИ-МЦД	Атласы, пособия, обзоры	Администрация СМП	ВНИИГМИ-МЦД	Карты, таблицы, графики	0 ч	3 мес	Раз в 5 лет	Метео, гидро	Текстовые документы	E-mail	Анализ изменения климата

Таблица 2.13 – Наводнение в Санкт-Петербурге

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Имя	Наводнение в Санкт-Петербурге
Назначение	Бизнес-процесс предназначен для выявления наводнения и оповещения населения сведениями о возможных воздействиях и рекомендациями.
Название объекта	Набережные Санкт-Петербурга.
Вид деятельности	Торговые магазины, кафе.
Цель	Обеспечение бесперебойной работы предприятия в условиях ОПЯ.
Источники данных	ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУ «СЗ УГМС»
Провайдер данных	ЕСИМО
Используемые информационные ресурсы	Записываются идентификаторы ресурсов
Сроки представления	Каждые 6 часов
Формат передачи	ASCII файл
Средство и адрес, куда доставляются данные	E-mail
Границы сервиса	Локальный
Требования по безопасности сервиса	Открытый сервис
Макс. время запаздывания при поступлении данных	30 мин
Заблаговременность прогноза	12 часов
Значение показателей	Уровень воды в р. Неве (пост «Горный институт»): 170–200 см.
Уровень опасности	Оранжевый.
Перечень сервисов, которые связаны с данным сервисом	Прогноз осадков, температуры воздуха
Причины ОПЯ	Скандинавский циклон.
Дополнительная информация	Для решения задачи требуются: зоны ответственности организаций за гидрометеорологическое обеспечение, журнал учёта обслуживания, журнал учёта ущерба, эффективности обслуживания, выпуска информационной продукции – бюллетеней, обзоров, описание методов планирования, прогнозирования, принятия решений, реестр экспертов, список научных программ. Если для выполнения прикладной задачи требуется привлечение информационных ресурсов других ведомств, то составляется технологическая карта межведомственного взаимодействия. После доставки информации на объекте, куда доставлена гидрометеорологическая информация, должны выполняться бизнес-процессы, которые обеспечивают основную цель прикладной задачи.

Продолжение таблицы 2.13

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Показатели воздействия	Продолжительность поражающего воздействия, мин, часов, суток. Площадь зоны затопления, километр. Площадь зоны отселения населения, километр, гектар. Затраты на проведение аварийно-спасательных работ, млн. руб. Число погибших, поражённых, пострадавших людей. Экономический ущерб, млн. руб. Социальный ущерб, млн. руб. Число разрушенных, повреждённых объектов. Степень повреждения объектов, процент. Потеря эксплуатационных качеств объектов, процент. Продолжительность поражающего воздействия, мин, часов, сут. Продолжительность аварийного периода, часов, сутки, мес. Продолжительность периода восстановления лесонасаждений, годы. Площадь загрязнения опасными веществами почв, грунтов, подземных, поверхностных вод, гектар. Продолжительность периода самоочищения загрязнённых почв, грунтов, подземных, поверхностных вод, годы. Затраты на рекультивацию загрязнённых участков, млн. руб. Продолжительность периода рекультивации загрязнённых участков.
Участники бизнес-процесса	Администратор системы, авторы информационных ресурсов, представитель СЦ Санкт-Петербурга, члены комиссии по ЧС, руководители предприятий, находящихся в зоне опасности, население, проживающее в зоне опасности, водители машин и другого транспорта.
Фазы выполнения	Готовность (реализация, отмена)
Предусловия	Установить приложение МетеоАгент на смартфоне. Добавить корпоративную телефонию, в том числе внутренние номера для связи руководителя предприятия с руководителями его подразделений. Руководители подразделений с любого корпоративного устройства (смартфон, ноутбук, планшет или удалённый рабочий стол) могут воспользоваться корпоративной телефонией и получить необходимую информацию для принятия решений. Для руководителей подразделений должны обеспечены дополнительные каналы коммуникации типа Service Desk, позвонить туда можно из любого места, где бы не находились они. Подписаться Руководителю на ГМО. Использовать чат-бот для организации помощи руководителю в поиске необходимых данных и выборе пороговых значений параметров. Должна быть получена следующая информация: – прогноз уровня воды в устье р. Невы за 12-18 часов > 150 см (СЗ УГМС); – штормовое оповещение (СЗ УГМС); – телеграммы WAREP (ВНИИГМИ-МЦД); – уровень воды в пункте наблюдений «Горный институт» (СЗ УГМС); – гидрометеорологические условия на акватории устья р. Невы, Невской губы, Восточной части Финского залива и СЗ части Европы – телеграммы СИНОП, КН-02 (ВНИИГМИ-МЦД); – анализы и прогнозы основных метеорологических параметров (Гидрометцентр России); – размещение транспортных, рыболовных, пассажирских и маломерных судов (Морсвязьспутник, ЦСМС);

Продолжение таблицы 2.13

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Предусловия	– размещение морских портов - слой электронной карты основы (ЭКО); – геопривязанное спутниковое изображение с высоким разрешением на восточную часть Финского залива, включая Невскую губу (ГК «Роскосмос»), показывающая наличие динамических объектов в море; – геопривязанное спутниковое изображения с высоким разрешением для р. Невы на территории г. С.-Петербурга с наличием судов у причалов, на рейде (Госкорпорации «Роскосмос»); – ледовые условия в зимний период (СЗ УГМС); – прогноз ледовых условий (СЗ УГМС).
Последовательность обработки	Шаг 1. Производится индикация значений параметров, превышающих локальные пороговые значения с указанием уровня опасности, во всех гидрометеорологических ресурсах для всех объектов в районе потенциальной опасности. Шаг.2. Отображается обстановка на единой ЭКО с помощью приложения «Интерактивная карта» в виде слоёв: – слои анализов и прогнозов на 120 часов для атмосферного давления, температуры воздуха, скорости и направления ветра, осадков; – слои размещения транспортных, рыболовных, пассажирских и маломерных судов, в случае наличия дополнительной информации об объектах в опасном районе на карту наносится новый маркер с указанием его названия; – слои точечных данных с основными наблюдениями (СИНОП, КН-02, WAREP, штормовое оповещение) с возможностью просмотра для различных точек региона объединённой информации по данным наблюдений, прогнозов, климату; – наложенное на карту геопривязанное спутниковое изображение с динамическими объектами в море. Шаг 3. На отдельной карте наложение на слой высот земли и глубин значения уровня воды для показа заливания набережных р. Невы при различных прогнозных уровнях воды (150, 175, 200 см). Проверить актуальность данных, если данные не актуальны, то нажать кнопку для их обновления. Шаг 4. Все параметры, превышающие локальные пороговые значения, отмечаются на карте, графиках и таблицах жёлтым, оранжевым или красным цветом в зависимости от уровня опасности. Шаг 5. В зависимости от прогноза уровня опасности выдаётся список возможных воздействий на объекты: – морские порты; – склады; – транспортные, рыболовные, пассажирские и маломерные суда; – промышленные предприятия; – системы жизнеобеспечения населения (водо-, тепло-, энерго-, газо-, снабжение); – магазины, кафе, офисы, находящихся в зданиях на набережных, имеющих подвальные помещения; – дороги; – транспорт – автомашины, подъездные железнодорожные пути.

Продолжение таблицы 2.13

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Последовательность обработки	Шаг 6. Выдаётся список рекомендаций для: – Регионального управления МЧС России; – СЗ УГМС; – администрации города – планирование развития; – Отдела внутренних дел; – ГИБДД; – Санэпидстанции; – СМИ; – администрации порта; – капитанов судов; – руководителей организаций; – руководителей прибрежных промышленных предприятий; – организаций, занимающихся ремонтом и строительством автодорог; – водителей; – руководителей ЖКХ; – спасателей; – населения. Шаг 7. На основе предложенного системой списка рекомендаций формулируются и привязываются рекомендации к конкретным объектам. Шаг 8. Оператор АРМ СЦ публикует рекомендации и другую информацию, рассылает данные и рекомендации в другие организации согласно паспорту ситуации или в случае их экстренного обращения; Шаг 9. Ведётся журнал работы по рассмотрению ситуации.
Постусловия	Руководители предприятий видят на мониторе (информационной панели) целостную картину обстановки, совмещающую оперативные наблюдённые и прогностические данные, местоположение судов, портов в виде точек, изолиний и покрытий. Они могут просматривать любой источник информации. Зафиксировать все этапы ГМО (заказ или уточнение подписки, выявление ОПЯ, формирование штормового сообщения, передача сообщение руководителю, использование сведений об ОПЯ в бизнес-процессе, результат использования) в системе управления ИТ-сервисами. Информировать руководителей через выбранный канал. Запросить оценку качества обслуживания.
Результат работы системы	Для каждого объекта, вида деятельности, уровня опасности, используемого типа информации (наблюдённые, прогностические, климатические данные), уровня управления выдаются перечни возможных воздействий и рекомендаций для принятия решения.
Руководители объекта	Оценивает возможные воздействия как с точки зрения их проявления в рассматриваемой ситуации, так и возможного ущерба и определяет их важность для предприятия. Рассматривает рекомендации, представляемые системой. Рассчитывает стоимость превентивных мероприятий. И в зависимости от ущерба и стоимости мероприятий принимает решение об их выполнении и их приоритетности.

Окончание таблицы 2.13

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Типовые ситуации, которые можно использовать	Аварии. Спасение при невозможности эвакуации во время наводнения. Поведение утопающего. Спасение утопающего. Проведение реанимационных мероприятий для утопающего. Вылавливание плавающих предметов. Эвакуация населения. Действия местных администраций при эвакуации населения.
Существующие примеры реализации	1. США, Нью-Йорк, карта вероятности затопления, http://dcp.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=1c37d271fba14163bbb520517153d6d5. 2. Канада, карта вероятности затопления на побережье, http://dnrm-floodcheck.esriaustraliaonline.com.au/floodcheck/. 3 США, карта вероятности затопления на побережье для отдельного района, http://gis.brevardcounty.us/flood_map/
Нормативно-правовые и нормативно-методические документы	1. РД 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений (с Изменением). 2. Методические рекомендации МЧС органам местного самоуправления по реализации Федерального закона от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах местного самоуправления в Российской Федерации» в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах. Приложение № 6. Перечень основных превентивных мероприятий при наводнениях.
Обратная связь	vjaz@meteo.ru
Автор бизнес-процесса	Е.Д. Вязилов.
Создатель базы знаний	Е.Д. Вязилов
Редакция БЗ	0.1
Разработчик ПО	Иванов И.И.
Редакция ПО	Версия от 27.04.2020
Дата создания	2020.04.27
Дата редактирования	2020.04.27

Таблица 2.14 – Отрыв льда с людьми (рыбаками-любителями)

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Имя	Отрыв льда с людьми (рыбаками – любителями)
Назначение	Бизнес-процесс предназначен для выявления опасных ситуаций и оповещения рыбаков-любителей о возможном отрыве льдов.
Название объекта	Рыбаки-любители, машины на льду.
Вид деятельности	Любительский лов рыбы, отдых на льду.
Цель	Обеспечение безопасности рыбаков-любителей.
Источники данных	ФГБУ «Гидрометцентр России».
Провайдер данных	ЕСИМО
Используемые информационные ресурсы	Идентификаторы информационных ресурсов
Сроки представления	Каждые 12 часов
Формат передачи	ASCII файл
Средство и адрес, куда доставляются данные	ftp-сервер
Границы сервиса	Локальный
Требования по безопасности сервиса	Открытый сервис
Макс. время запаздывания при поступлении данных	30 мин
Заблаговременность прогноза	12 часов
Значение показателей	Ветер с берега >15 м/с; наличие трещин у берега; течения: направление, скорость
Уровень опасности	Красный
Перечень сервисов, которые связаны с данным сервисом	Прогноз осадков, температуры воздуха
Причины ОПЯ	Таяние льда, сильный ветер
Дополнительная информация	Для решения задачи требуются: зоны ответственности организаций за гидрометеорологическое обеспечение; журнал учёта обслуживания; журнал учёта ущерба, эффективности обслуживания, выпуска продукции – бюллетеней, обзоров; описание методов планирования, прогнозирования, принятия решений; реестр экспертов; список научных программ. Если для выполнения прикладной задачи требуется привлечение информационных ресурсов других ведомств, то составляется технологическая карта межведомственного взаимодействия.
Участники бизнес-процесса	Администратор системы, Представитель СЦ Санкт-Петербурга, Члены комиссии по ЧС, Рыбаки-любители подлёдного лова, Водители машин и другого транспорта, выезжающие на лёд
Фазы выполнения	Готовность (реализация, отмена)

Продолжение таблицы 2.14

Название свойства	Представление гидрометеорологической и другой информации
Предусловия	Для решения задачи должна использоваться следующая информация: – штормовое оповещение (СЗ УГМС); – телеграмма WAREP (ВНИИГМИ-МЦД); – гидрометеорологические условия на акватории устья р. Невы, Невской губы, Восточной части Финского залива – телеграммы СИНОП, КН-02 (ВНИИГМИ-МЦД); – ледовые условия (СЗ УГМС); – прогноз ледовых условий (СЗ УГМС); – анализы и прогнозы основных метеорологических параметров (Гидрометцентр России); – транспортные, рыболовные, пассажирские суда, находящиеся вблизи скоплений людей на льду (Морсвязьспутник, ЦСМС); – населённые пункты вблизи скоплений людей на льду (слой ЭКО); – геопривязанное спутниковое изображение с высоким разрешением на восточную часть Финского залива, включая Невскую губу (Госкорпорации «Роскосмос») с местами расположения рыбаков на льду.
Последовательность обработки	Шаг 1. Производится индикация значений параметров, превышающих локальные пороговые значения с указанием уровня опасности, во всех гидрометеорологических ресурсах для всех объектов в районе потенциальной опасности (ветер >10 м/с; состояние льда – лёд с промоинами, толщина льда около 30 см; температура воздуха > 0 градусов). Шаг 2. Отображается обстановка на единой ЭКО с помощью приложения «Интерактивная карта» с помощью слоёв: – анализов и прогнозов на 120 часов для атмосферного давления, температуры воздуха, скорости и направления ветра, осадков, ледовой обстановки; – транспортных или рыболовных, или пассажирских судов, находящихся вблизи скопления людей на льду; – точечных данных с основными наблюдениями (СИНОП, КН-02, WAREP, штормовое оповещение) с возможностью просмотра для различных точек региона объединённой информации по наблюдениям, прогнозам, климату; – наложенных на карту в виде геопривязанного спутникового изображения с расположением людей на льду. Шаг 3. Все параметры, превышающие локальные пороговые значения, отмечаются на карте, графиках и таблицах жёлтым, оранжевым или красным цветом в зависимости от уровня опасности. Шаг 4. В зависимости от ситуации (до явления – климат, прогноз, в период явления и после явления), уровня её опасности выдаётся свой список возможных воздействий ОПЯ на: – транспортные, рыболовные, пассажирские и маломерные суда; – дороги; – автомашины. Шаг 5. В зависимости от ситуации (до явления – климат, прогноз, в период явления и после явления), уровня опасности выдать список рекомендаций для:

Продолжение таблицы 2.14

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Последовательность обработки	– Регионального управления МЧС России; – ОДС РЦУКС МЧС России; – начальника службы связи; – СЗ УГМС; – Органов местного самоуправления - Единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований; – Ростелекома; – Облздравотдела; – Управления поисковых и аварийно-спасательных работ ВМФ; – Государственного координационного центра поиска и спасания; – Федерального управления авиационно-космического поиска и спасания при Минобороны России; – Всероссийского общества спасения на водах (ВОСВОД); – Спасательно-координационного центра на морских бассейнах; – Инспекторов государственной инспекции по маломерным судам; – Отдела внутренних дел; – ГИБДД; – администрации порта; – капитана судна спасателя; – водителей-рыбаков, приехавших на рыбалку на машине; – спасателей; – рыбаков-любителей на оторвавшейся льдине; – рыбаков-любителей, попавших в воду; – местного населения.
Постусловия	На единой электронной карте-основе даётся информации о сложившейся гидрометеорологической обстановке. Руководители видят на мониторе (информационной панели) картину обстановки, совмещающую оперативные наблюдённые и прогностические данные, местоположение судов, портов в виде точек, изолиний и покрытий. Они могут просматривать любой источник информации.
Результат работы системы	Для каждого объекта, вида деятельности, уровня опасности, используемого типа информации (наблюдённые, прогностические, климатические данные), уровня управления выдаются перечни возможных воздействий и рекомендаций для принятия решения
Руководитель объекта	Иванов И.И.
Типовые ситуации	Преодоление водных преград на автомобиле по льду. Обморожения. Взаимодействия с вертолётом. Организация связи. Обнаружение сигналов о помощи. Пересечение водной преграды пешком по льду. Поведение провалившегося в воду. Одежда в холодную погоду. Строительство снежного убежища. Спасение людей из воды. Поведение утопающего. Самоспасение, если вы провалились под лёд. Спасение утопающего. Проведение реанимационных мероприятий для утопающего.

Окончание таблицы 2.14

Название свойства	**Представление гидрометеорологической и другой информации**
Связь с другими ОПЯ	Сильные осадки; метель; налипание мокрого снега и сложные гололёдно-изморозевые явления; отрицательные аномалии температуры воздуха; напор льдов; непроходимый лёд; ледовый период.
Существующие примеры реализации	Не известны
Нормативно-правовые и нормативно-методические документы	1. Методические рекомендации по разработке Плана обеспечения безопасности на водных объектах Российской Федерации в зимний период. Утв. МЧС России 01.07.2013 № 2-4-87-15-14. 2. Положение о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России. – М.: МЧС России. – 1995. утв. МЧС РФ 21.06.1995, Минобороны РФ 18.04.1995, Минтрансом РФ 29.03.1995, Минтопэнерго РФ.
Обратная связь	vjaz@meteo.ru
Автор бизнес-процесса	Е.Д. Вязилов.
Создатель базы знаний	Е.Д. Вязилов
Редакция БЗ	1.0
Разработчик ПО	И.И. Иванов
Редакция ПО	Версия от 27.04.2020
Дата создания	2020.06.06.
Дата редактирования	2020.06.06.

6) Руководитель даёт ответ (квиток), что сообщение получено.

Результат: Сообщение о получении сведений отправлены администратору системы.

7) Руководитель знакомится с сообщением об опасном явлении.

Результат: Принятие решения – повлияет или нет на его объект надвигающееся опасное явление.

Правила:

Если руководитель посчитает, что опасное явление не повлияет на его объект и деятельность, то бизнес-процесс заканчивается.

Если руководитель считает, что опасное явление влияет на его объект и деятельность, то происходит переход к следующему шагу.

8) Руководитель предприятия более внимательно знакомится с содержанием сообщения и нажимает на ссылку для более детального знакомства со сложившейся гидрометеорологической обстановкой.

Результат: Руководитель делает оценку уровня опасности.

9) Руководитель предприятия выбирает, какой тип информации он выбирает для использования при принятии решений.

Результат: Доставляется прогностическая или наблюдённая информация.

10) Руководитель предприятия выбирает прогностические данные.

Результат: Руководитель получил прогностические данные.

11) Руководитель знакомится с возможными воздействиями опасного явления на объект и его деятельность, нажимает на кнопку в сообщении СППР.

Результат: Появляется уточнённый список возможных воздействий опасных явлений для конкретного объекта и вида деятельности.

12) Руководитель делает оценку возможного ущерба от опасного явления (экспертно или с помощью ЭММ, ссылка, которая находится в описании каждой ситуации).

Результат: Руководитель получает суммарный ущерб от возможных воздействий.

13) Руководитель знакомится с рекомендациями для принятия решений, уточняет этот список – редактирует, добавляет новые рекомендации.

Результат: Список рекомендаций для различных уровней принятия решений.

14) Руководитель предприятия выбирает наблюдённые данные.

Результат: Повторяются пункты 11 – 13.

15) Руководитель готовит приказ по предприятию на проведение на предприятии превентивных мероприятий.

Результат: Приказ о проведении на предприятии превентивных мероприятий.

16) Руководитель рассылает приказ на интернет-устройства руководителей структурных подразделений «О проведении на предприятии превентивных мероприятий со списком рекомендаций для принятия решений».

Результат: Звонок руководителям структурных подразделений, чтобы они обратили внимание на полученное сообщение.

17) Руководитель структурного подразделения знакомится с сообщением об опасном явлении и рекомендациями для принятия решений.

Результат: Организация работ по проведению превентивных мероприятий.

18) Руководитель предприятия контролирует процесс выполнения превентивных мероприятий.

Результат: Руководители структурных подразделений докладывают руководителю предприятия о выполнении превентивных мероприятий.

19) Руководитель предприятия организует оценку воздействий после окончания явления.

Результат: Руководители структурных подразделений докладывают руководителю предприятия о погибших, раненых и пропавших сотрудниках, случившихся авариях, а также материальном ущербе.

20) Руководитель предприятия докладывает в Комиссию по ЧС и региональное управление МЧС России.

Результат: Региональное управление МЧС России организует аварийно-восстановительные и спасательные операции.

21) Руководитель предприятия организует восстановление работоспособности предприятия после прохождения ОПЯ.

Результат: Предприятие входит в обычный режим работы.

22) Руководитель предприятия на основе полученного опыта в период прохождения угрозы составляет «План стратегических мероприятий для подготовки к будущим возможным угрозам» с учётом имеющихся финансовых ограничений, технических возможностей его выполнения и рассылает его на согласование в вышестоящие инстанции.

Результат: Согласованный план стратегических мероприятий.

23) Руководитель предприятия организует реализацию «Плана стратегических мероприятий для подготовки к будущим возможным угрозам».

Результат: Построенные защитные сооружения.

24) Руководитель предприятия уточняет схему защиты предприятия от различных угроз и доводит её до руководителей структурных подразделений.

Результат: Руководитель предприятия закрывает бизнес-процесс.

Для разработки бизнес-процессов по подготовке органов государственной власти и промышленных предприятий к ОПЯ необходимо:

– определить прикладные задачи, которые решаются с помощью ГМИ;

– уточнить показатели опасных явлений, которые влияют на бизнес-процессы;

– организовать получение значений показателей на регулярной основе;

– определить опасные ситуации на основе локальных пороговых значений показателей ОПЯ.

При этом необходимо учитывать решаемые задачи, форму и информационную продукцию для решения прикладной задачи, параметры среды и их статистические характеристики, необходимые для решения задачи, тип информации (климат, текущие данные, прогноз).

Управление бизнес-процессами на предприятиях с учётом ГМИ в большинстве случаев не формализовано, информация и знания находятся в головах руководителей предприятий и, как правило, их эксплуатация проводится без должного управления. Для организации бизнес-процессов надо выявить проблему (трудность), которая мешает повышению эффективности использования ГМИ, найти необходимые данные, осуществить быстрый доступ к ним, изучить их, то есть нужно:

– выявить связи между состоянием погоды и результатами деятельности предприятия;

– оценить повторяемость или вероятность этих явлений, а также риск для каждого предприятия и вида деятельности;

– определить показатели развития бизнес-процессов с использованием ГМИ;

– разработать схемы доставки исходных данных для получения показателей;

– выделить пороговые значения для этих показателей по методу «светофора».

Показателями бизнес-процессов ГМО являются: время доведения штормовых сообщений до руководителей, уменьшение ущерба от ОПЯ, уменьшение числа погибших и раненых. Регулярное отслеживание этих показателей важно для повышения эффективности бизнес-процессов.

Основными этапами, подлежащими регламентированию при развитии ГМО, являются:

– определение (уточнение) объектов, подвергаемых опасным явлениям;

– выявление (уточнение) явлений, которые воздействуют на объект;

– уточнение локальных пороговых значений показателей явления;

– сбор сведений о воздействиях окружающей среды на объекты экономики;

– сбор рекомендаций для поддержки решений на объектах экономики;

– проведение классификации воздействий и рекомендаций;

– создание базы данных для хранения сведений о воздействиях и рекомендаций;

– создание базы знаний (правил) для ситуаций, связанных с опасными явлениями;

– проведение в режиме реального времени комплексного мониторинга природных сред, включая пространственно-временной анализ данных наблюдений о состоянии окружающей среды;

– определение основных источников информации о состоянии среды;

– назначение индикаторных (пороговых) значений показателей;

– автоматическое выявление превышений показателей пороговых значений;

– автоматическая доставка сведений о выявленных опасных ситуациях руководителям органов государственной власти, промышленных предприятий, населению;

– автоматическая выдача сведений о воздействиях и рекомендации для принятия решений;

– оценка ущербов от опасного явления, расчёт стоимости превентивных мероприятий с помощью разработанных моделей;

– принятие решений о необходимости проведения превентивных мероприятий, их оптимизация до, в период и после явления;

– контроль совершения действий и принятия решений в ходе выполнения полномочий руководителя предприятия или органа государственной власти при учёте состояния окружающей среды;

– отчётность о совершении действий или принятия решений в ходе выполнения полномочий руководителя предприятия или органа государственной власти при учёте состояния окружающей среды.

Безусловно, такая организация ГМО требует и более высокого уровня автоматизации процессов получения информационной продукции, её доведения до предприятий и их использования в бизнес-процессах, зависящих от ОПЯ. Ниже предлагается краткое описание сущностей, необходимых для организации выполнения бизнес-процесса информационного обслуживания.

Объекты: бизнес-процесс, организация-заказчик, заявка, сервис, журнал учёта заявок, журнал выпуска информационной продукции.

Бизнес-процесс: название бизнес-процесса, название объекта, название вида деятельности, описание явления или сложившихся ГМУ, причины явления, уровень опасности, автор бизнес-процесса, создатель базы знаний, последняя редакция БЗ, разработчик ПО, последняя редакция ПО, дата создания бизнес-процесса, дата изменения бизнес-процесса.

Организация-заказчик: название, ФИО директора, телефон, электронная почта, номер счёта.

Журнал учёта заявок: организация, дата, исходящий номер, географический район, координаты, параметры, уровень обобщения.

Услуга (сервис): подготовка, оплата, предоставление, доставка, приём результатов услуги.

Журнал выпуска информационной продукции: дата, время подготовки, название, время передачи, время подтверждения приёма.

Состояние объекта обслуживания: проектирование, строительство, эксплуатация, вывод объекта из эксплуатации.

Сообщение-квиток о получении данных: отправка, прекращение, хранение, поиск, передача в архив.

Разрешение на доступ: запрос автору информационного ресурса, запрос в министерство, сообщение об отказе.

Используемые классификаторы: общероссийские классификаторы организаций.

Виды деятельности на объекте: отправление, переход, заход, прибытие, стоянка, на рейде, ремонт, дрейф, производство работ, погрузка, разгрузка.

Выбросы (отходы): создание, хранение, обезвреживание, утилизация.

Обслуживание: прогноз развития промышленного района, проектирование, строительство, эксплуатация, выведение из эксплуатации.

Жизненный цикл (ЖЦ) заявки (новая): постановка на учёт, анализ, оценка стоимости, информирование, отказ или принятие к выполнению, сообщение о готовности, обслуживание (исполнение), приостановка, возобновление (продление), изменение, отмена заявки.

Цикл обслуживания: заявка-обращение, организация выполнения, реализация, отмена обслуживания, отказ в консультации, регистрации, услуге.

Фаза обслуживания: смягчение и предотвращение возможных последствий, обеспечение готовности, реагирование и восстановление.

Технологические процессы обработки данных: наблюдения, сбор, каталогизация, передача на хранение, обмен данными.

Направление обслуживания: обследование, консультирование устное или письменное, информирование, обеспечение.

Тип обобщения: наблюдение, анализ, прогноз, климат.

Использование: анализ обстановки, выдача рекомендаций, выбор альтернативных решений, окончательное решение.

Форма представления продукции: данные на носителе, данные, полученные по эл. почте, URL адрес, картографический WMS сервис, web-сервис, API.

Форма визуализации продукции: карта, таблица, график.

2.6 Использование чат-ботов для поиска информации руководителями предприятий и населением

В последние годы во многих отраслях стали широко применяться чат-боты. Такие системы можно применить и для оказания помощи руководителям в поиске необходимой гидрометеорологической информации. MetOffice (Великобритания) разработал чат-бот, чтобы продемонстрировать, как данные могут быть найдены и извлечены через общение потребителей с помощью простого интерфейса чат-бота.

При поиске данных требуется человеческое общение, т.к. потребитель не всегда понимает, где искать и даже иногда, что искать. Описание семантики поиска выглядит следующим образом. Чат-бот получает данные о запросе потребителя, анализирует его и отправляет ему перечень рекомендуемой информационной

продукции для выполнения своей задачи. Сервис предлагает руководителю конкретную информационную продукцию, выбирая её из существующих информационных ресурсов. Автоматизированные рекомендации призваны помочь потребителям найти метаданные и данные без создания существенной нагрузки на администраторов системы. При этом для некоторых потребителей необходимо определить тип данных (наблюдение, прогноз, климат) и временное разрешение – обобщение данных (от нескольких минут для наблюдений – до 30 лет для климата) (рис. 2.3). Всю работу по поиску наиболее интересных для каждого отдельного потребителя информационных ресурсов берёт на себя ПО. Автоматизированный инструмент поможет выявлять скрытые потребности потребителей, и предоставлять им полезные рекомендации по имеющейся продукции.

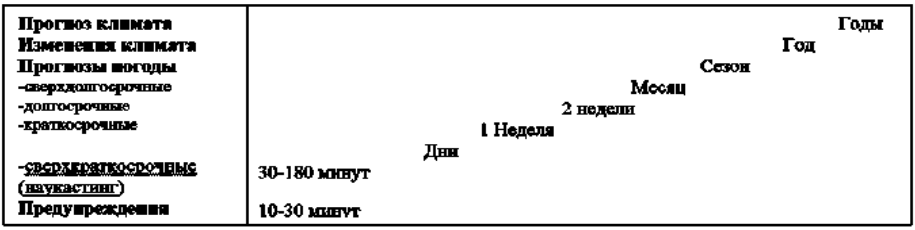

Рисунок 2.3 – Тип данных и их основное временное разрешение

Рассмотрим сценарий поиска гидрометеорологической информации для поездки на отдых в тёплые края. Сначала выявляется район отдыха (море, страна). После выявления района отдыха необходимо понять, потребитель только выбирает сезон отдыха, или он уже едет туда, или уже находится в районе отдыха. В первом случае нужны климатические данные (средние и экстремальные значения температуры воздуха, воды, осадков, скорости ветра, высоты волн); во втором случае уже можно представить потребителю прогностические данные для основных параметров гидрометеорологической обстановки на ближайшую неделю или 10 дней. В третьем случае – нужны наблюдённые данные за последние три часа.

Поиск должен вестись на основе свободного текста, написанного или озвученного потребителем, например, «Какая температура воды может быть на поверхности моря в Средиземном море, в районе Анталии (Турция) в марте?». На основе тезауруса происходит выделение ключевых слов. В данном случае это слова «температура воды», «поверхность», «Средиземное море, Турция, Анталия». Слово «может быть» - это вероятностная категория, поэтому в предметной области «Гидрометеорология» оно интерпретируется ключевыми словами «климат» или «прогноз». Далее на основе полученных ключевых слов (имя параметра

«Температура воды» и типа информации «Климат») ищется соответствующая БД – информационный ресурс, содержащий эти данные. Учитывая, что характеристики климата имеют очень большой объём данных, результаты выборки из БД агрегируются до трёх значений (среднее, макс. и мин.). Фактически полученные из БД значения параметров обрабатываются в соответствии с имеющимися алгоритмами получения характеристик для географического района или точки. Для реализации такого поиска должны использоваться все имеющиеся метаданные, классификаторы и сервисы, таблица 2.15.

Таблица 2.15 – Семантические средства поиска данных в области гидрометеорологии

Перечень сервисов	Перечень объектов метаданных	Перечень классификаторов	Вспомогательная информация
Перечень API сервисов	Термины и определения	Словарь параметров	Предупреждение
Перечень картографических сервисов	Методы	Георайоны (континенты, океаны, моря, страны, субъекты, города)	Совет
Перечень веб-сервисов	Массивы данных	Временное разрешение	Замечания
Описание сервисов	Организации	Пространственное разрешение	Объяснение
Поиск метаданных	Персоны	ОКТМО	Стоимость
Поиск данных	Форматы	Ведомства	ТЭИ
Описание информационных ресурсов	Сведения о рейсах НИС	Коды наблюдательных платформ – НИС, буёв, спутников, метеостанций	Ссылки на дополнительную информацию
Приложение «Метаданные»	Приборы	Водные объекты	СЭИ
Приложение «Метаданные»	Программные средства	Типы программных средств	Исторические сведения об ОПЯ
Приложение «Метаданные»	Проекты	Типы проектов	Ссылки на сайты проектов
Приложение «Метаданные»	Сведения о наблюдательных платформах	Организации-владельцы платформ	Ссылки на сайты наблюдательных платформ

В результате можно создать чат-бот, который будет помогать потребителям искать информацию. Одним из способов определить возможный предмет

запроса – установить вопросы, на которые чат-бот может дать ответы. Конечной целью потребителя должен стать выполненный им запрос по конкретному информационному ресурсу.

В зависимости от уровня квалификации руководителя может быть выстроено три цепочки: руководитель ничего не знает о гидрометеорологии и пытается найти любую информацию, которая даст ему представление о сложившейся гидрометеорологической обстановке; руководитель, пытающийся найти данные для решения своей задачи с использованием гидрометеорологических данных; руководитель, пытающийся получить помощь в период ОПЯ. Таким образом, можно создать фрагменты диалога с машиной на получение метаданных, данных, информационной продукции, сведений о воздействиях и рекомендации для принятия решений.

Вопросы для поиска, обработки и использования метаданных, данных, информационной продукции и необходимой информации в период ОПЯ даны в табл. 2.16. Эти вопросы надо расположить в некоторой иерархической последовательности выполнения сценариев поиска. Применение чат-бота позволит выявить настоящую потребность в информации.

Таблица 2.16 – Вопросы для поиска и обработки данных

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Общие сведения	
Какие результаты должны быть получены с помощью гидрометеорологических данных?	Кратко опишите, для чего вам необходимы гидрометеорологические данные (исследование, повышение эффективности бизнес-процессов, планирование деятельности). Как собираетесь их использовать: – прогноз развития промышленного развития региона, планирование развития региона, проектирование промышленных предприятий и жилых зданий, инженерное проектирование предприятий, строительство предприятий, эксплуатация предприятий, консервация или прекращение деятельности предприятий); – планирование отдыха, заказ путёвки, билетов на определённые даты, отдых; – транспортная логистика (перспективное планирование, планирование на конкретный сезон (навигацию), уточнение периодов перевозок, перевозка, анализ результатов перевозок).
Расскажите о решаемой Вами проблеме, целях и задачах.	Опишите актуальность, цель и решаемые прикладные задачи, где используются гидрометеорологические данные (уменьшить убытки при перевозках, выбрать «окна погоды» при перевозке особо ценных грузов, наметить оптимальные пути следования с учётом ГМУ, организовать поддержку решений).

Продолжение таблицы 2.16

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Какие данные Вы ищете?	Назовите характеристики данных, которые для Вас являются важными – сведения о параметрах, измеряемые конкретным прибором, определяемые каким-то новым методом, состав измеренных и вычисленных параметров, входящих в состав массива данных, точность, ограничения, интервалы – частота взятия проб, методы контроля качества информации, алгоритм вычисления параметра, источники информации.
Когда и почему нужно или можно это сделать?	Укажите приемлемый срок выполнения запроса (онлайн, оффлайн, по почте).
Какой тип продукции интересует руководителя?	Укажите (наблюдённые, прогнозные, климатические данные, информационная продукция, сообщения об ОПЯ, сведения о воздействиях, рекомендации для принятия решений).
Какой район интересует?	Скажите, какой географический район Вас интересует: название города, страны, субъекта РФ, широта, долгота района, глубина. *Использовать как один из атрибутов поиска данных.*
Получение метаданных	
Где получить необходимые данные?	В каких организациях могут быть интересующие Вас данные – хранитель или источник данных, местоположение серверов, рабочих станций, др. *Использовать объект метаданных «Организации» для поиска учреждений, которые можно рекомендовать для консультаций.* С каких наблюдательных платформ нужны данные: научно-исследовательские суда, суда добровольных наблюдений, спутники, прибрежные станции, буи). *Использовать классификатор «Типы платформ».* *Использовать объект метаданных «Сведения о массивах данных» для поиска описаний по названию платформы, названию организации – владельца наблюдательной платформы.* Назовите, если знаете, проекты, в рамках которых собраны наблюдения – название, период выполнения проекта, участники проекта. *Использовать объект метаданных «Проекты».* Назовите рейсы (экспедиции), в рамках которых выполнены наблюдения (судно, период выполнения рейса, организация, выполнившая экспедицию). *Использовать объект метаданных «Сведения о рейсах НИС».* *Использовать название организации, тип платформы, название проекта, название судна, как атрибуты поиска данных.* Имена учёных и специалистов - экспертов по данным – сотрудников, поддерживающих в актуальном состоянии массив данных или создавший этот массив. *Использовать для поиска специалистов, которых можно рекомендовать для консультаций.*

Продолжение таблицы 2.16

Вопросы	Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения
Что означают эти данные, каков формат данных и их структура?	Назовите форматы хранения, сбора и обмена данными – краткое название, организация разработчик. *Использовать классификатор «Форматы данных».* Определите названия параметров, которые Вам необходимы. *Использовать Единый словарь параметров.*
Каков минимально необходимый объём данных по пространственным и временным масштабам?	Назовите требования по изученности района для получения климатических данных – количество наблюдений по квадратам, районам, период наблюдений, наличие пропусков в измерениях, др. *Использовать сведения об изученности района* – период наблюдений, мин. количество лет наблюдений, пространственный масштаб обобщения (фиксированная точка, одноградусный, пятиградусный квадрат, др.). *Использовать классификаторы «Пространственное разрешение данных» и «Временное разрешение данных».*
Когда были измерены (получены) данные?	Назовите требуемый период наблюдений, если он не был определён по ранее заданным вопросам. *Использовать «Период наблюдений», как атрибут поиска в метаданных.* *Использовать объекты метаданных «Сведения о массивах данных», «Сведения о гидрометеорологических станциях», «Сведения о рейсах НИС» для поиска описаний массивов данных.*
Кто и как представляет данные?	Получить сведения о потребителе – категория, права доступа к данным. *Использовать для выдачи сведений о данных, имеющих ограничения по доступу.* Получить сведения о технических возможностях потребителя. *Использовать объект метаданных «Программные средства», «Системы передачи данных».*
Что дополнительного получит после регистрации руководитель?	Если руководитель желает получить ограниченные для доступа данные, то ему можно предложить зарегистрироваться. После регистрации потребитель сможет подписаться на регулярную доставку информационных ресурсов в соответствии с их регламентом обновления. Если ресурс ограничен для доступа, Вы можете подать заявку на доступ к информационным ресурсам.
Чем измерены значения параметров?	Назовите приборы, с помощью которых велись наблюдения: производитель, измеряемые параметры, точность измерений, сведения о калибровке инструмента, размещение инструмента на наблюдательной платформе – высота инструмента или глубина относительно поверхности земли (фотографии расположения приборов, чертежи, др.). *Использовать объект метаданных «Приборы».*
С помощью **какого** сервиса можно получить данные?	Назовите характеристики сервисов (название, время выполнения сервиса, входные и выходные параметры, др.), которыми Вы хотите воспользоваться? *Использовать объект метаданных «Программные средства».*

Продолжение таблицы 2.16

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Какие функции выполняют эти сервисы?	Назовите функции, которые Вам необходимы. *Использовать объект метаданных «Программные средства».*
Какие требования к характеристикам получаемых данных для задачи руководителя?	Назовите требования к характеристикам получаемым данным (полнота, актуальность, качество данных»). *Использовать объект метаданных «Сведения о массивах данных» для сравнения имеющихся и требуемых характеристик данных.* *Использовать объект метаданных «Сведения о программных средствах создания, контроля, поиска и обработки данных» для поиска средств повышения качества данных.*
Какова частота актуализации данных?	*Использовать классификатор «Временное разрешение» (10 минут, 1 сутки и др.).*
В чём заключается метод обработки?	*Использовать объект метаданных «Сведения о методах обработки»*
Получение данных	
Как найти необходимые данные?	*Определить сервисы доступа к данным по объекту метаданных «Сервисы».* *Запустить поиск данных на основе идентифицированных массивов данных и полученных критериев их поиска и выдать их потребителю.*
Как рассчитывается тот или иной параметр?	Если потребителю необходимы не только наблюдённые данные, но и вычисленные значения параметров или агрегированные характеристики наблюдённых значений, то: – *произвести возврат на предыдущий этап поиска по метаданным массивов, в которых имеются такие характеристики;* – *либо определить сервисы, с помощью которых можно вычислить эти характеристики;* – *либо, если потребитель описывает действия, которые необходимо выполнить над данными (алгоритмы вычисления параметров, показателей).*
На **что** похожа выполняемая работа ?	Выберите из списка (атлас, книга, экранная форма).
Что нужно знать перед началом выполнения сервиса?	Назовите формы отображения выходных данных (график, диаграмма, карта, таблица, текст или html или ppt-презентация). *Использовать классификатор «Формы представления данных»*
Что нужно сделать перед выполнением сервиса?	Оценить качество и полноту данных. *Использовать сервисы для получения характеристик полноты данных и сравнить их с предоставленными потребителем требованиями.* *Провести контроль данных на основе требований потребителя и имеющихся сервисов контроля данных.*

Продолжение таблицы 2.16

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Как можно объяснить (интерпретировать) результаты обработки данных?	Сначала задаётся общий вопрос, а потом уточняющие. Например, ответ на вопрос «Как получить климатические характеристики океана?» может включать подчинённые вопросы: «Какие методы обработки применять?», «Какие действия необходимо выполнить?». В ответ на эти вопросы система должна выдать описание методов обработки, перечень массивов и баз данных, список программных средств, др. То есть описание сервисов должно включать инструкцию, которая даёт ответ на вопрос «Что делать дальше?»
Получение информационной продукции	
Есть ли в системе заранее подготовленная продукция?	Выбрать приложение для получения: карт, информеров из директории или по URL или по номеру станции, параметру, языку. *Использовать Единый словарь параметров.*
В **каком** часовом поясе Вы находитесь и какое время вы используете?	*Выбрать номер пояса и указать «Тип используемого времени» (Гринвич, МСК, поясное).*
Какова частота оповещения о поступлении данных?	*Использовать классификатор «Время обновления данных» (раз в сутки, неделю, другие).*
По **каким** пунктам необходим мониторинг ситуации?	Представить перечень требуемых пунктов. *Использовать классификатор названий пунктов наблюдений по странам.*
Какие методы и формы представления информационной продукции?	Определить методику измерения значений параметров, ошибки измерений, область возможных значений параметров и размерность. *Использовать объекты метаданных «Сведениям о web – ресурсах», «Интерфейсах», «Программных средствах», «Методах обработки».*
Предупреждение	
Сколько эта работа стоит?	Предложить расчёт затрат. Эта работа стоит _____ тыс. руб.
Замечания или уточнения	
Как выполнить этот сервис?	Предложить краткую инструкцию из хелпа сервиса.
Каким должен быть результат выполнения сервиса?	Показать пример выполнения сервиса.
Чем полученный результат отличается от другой продукции?	Повышенное пространственное разрешение или заблаговременность прогноза больше.

Продолжение таблицы 2.16

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Какими ограничениями обладает результат?	Дать информацию по ограничениям продукции (географический район, пространственное разрешение и др.).
Совет (подсказка)	
Как лучше найти, обработать, представить данные?	Повторить запрос с другими значениями поисковых атрибутов. Увеличить пространственное разрешение данных.
Примеры	
Какие есть примеры использования данных?	Посмотреть пример использования сервиса.
Где можно посмотреть образцы продукции?	Выдать URL-адреса, где можно увидеть образцы информационной продукции.
Получение сведений о воздействиях и рекомендации для принятия решений	
Где можно получить информацию об ОПЯ?	Росгидромет выдаёт предупреждения и прогнозы ОПЯ.
Где произойдёт ОПЯ?	На основе исторических данных можно оценить вероятность проявления ОПЯ. На основе прогностических данных можно спрогнозировать места возникновения этих явлений.
Когда наступит ОПЯ?	На основе прогностических данных дать прогноз времени возникновения ОПЯ.
Что может произойти в результате воздействий ОПЯ на промышленные объекты?	Зная вероятность проявления ОПЯ, его прогноз, можно заранее определить перечень возможных воздействий и выдать их руководителям.
Каков возможный ущерб от этих воздействий?	На основе имеющегося исторического опыта встреч с ОПЯ дать оценки возможных ущербов. Провести оценку возможного ущерба, рассчитать стоимость превентивных мероприятий.
Что делать, если имеется прогноз ОПЯ?	Получить список возможных воздействий.
Что делать, если предприятие находится в зоне ОПЯ?	Если возможно, то продолжать проводить превентивные мероприятия.

Окончание таблицы 2.16

Вопросы	**Объекты метаданных, их атрибуты, некоторые ответы, решения**
Сколько стоит проведение превентивных мероприятий?	Зная возможные воздействия, можно заранее определить перечень рекомендаций, которые необходимо выполнить, чтобы предотвратить или уменьшить воздействия ОПЯ. Стоимость превентивных мероприятий зависит от трудозатрат, применяемого оборудования, стоимости вспомогательных материалов для укрытия грузов и т.д.
Как выбрать наилучшие мероприятия?	Если ущерб большой, а стоимость превентивных мероприятий значительно меньше, то организовать их выполнение.
Что делать после прохождения ОПЯ?	Провести аварийно-восстановительные и спасательные работы.
Наиболее часто задаваемые вопросы	
Что означает этот термин или сокращение?	Определения должны быть взаимосвязаны между собой, т.е. упоминание в одном определении нового термина даётся со ссылкой на определение другого термина. Также надо поступать с синонимами. В каждом термине должна быть ссылка на источник, откуда взято определение. Самое сложное здесь составить тезаурус, который бы мог воспринять многие выражения человека и интерпретировать их в ключевые слова и атрибуты БД.
Как оформить заказ на данные?	Отметить в чек-боксах необходимые информационные ресурсы и послать заказ на их доставку с указанием электронной почты, на которую будут высылаться данные, или адреса ftp-сервера, на который будут выкладываться данные.
Каков порядок обслуживания?	После принятия заявки система отсылает выбранные информационные ресурсы на указанные адреса, далее доставка идёт после каждого их обновления в соответствии с регламентом.
Обратная связь	
Помогли справочные сведения ответить на Ваш вопрос?	Если да, то перейти к следующему этапу использования найденных данных. Если нет, то предложить потребителю поиск в категории платной (специализированной) информации.
Нештатная ситуация	При такой ситуации чат-бот переводит абонента на консультанта или, если переключение не предусмотрено, извиниться и завершить разговор.

Для создания чат-бота необходимо, прежде всего, чётко понять, что потребитель хочет получить, и как чат-бот поможет этому. Задачи, которые ставятся перед чат-ботом, помогут определить основные ветки диалога. Далее спланируйте и визуализируйте действия потребителя.

Самый важный этап – это формулирование вопросов и ответов. Поставьте себя на место потребителя, визуализируйте его действия и включите их в контекст. Следует помнить о целесообразной продолжительности и глубине ответов. Для одних лучше подойдут краткие, чёткие, отточенные, содержащие только факты. Другим может требоваться более обширная информация. Эффективность ответов может быть повышена за счёт ссылок на письменные сведения, графику, образы или видео, где это возможно. Затем рассмотрите его функциональность. Чат-бот должен сразу предоставить доступные функции, чтобы потребители шли по верному пути, задавали правильные вопросы и легко находили то, что ищут.

Чат-бот улучшает цифровое взаимодействие с потребителями, поскольку берёт на себя выделение необходимых ключевых слов, на основе которых организуется доступ к метаданным и данным. При этом подготовка необходимых метаданных и данных для каждого потребителя может быть передана программным роботам. Вместе роботы и чат- боты будут выступать очень мощными средствами в обеспечении бесперебойной, быстрой и эффективной работы с потребителями. Чат-боты позволят компаниям автоматизировать взаимодействие с потребителями, которые в сочетании с программными роботами могут значительно снизить потребность в человеческом вмешательстве в сквозные бизнес-процессы. Чат-бот предназначен для улучшения и автоматизации взаимодействия с потребителями, а также сокращения затрат.

Кроме поиска информации чат-бот можно разработать для получения сведений о возможных воздействиях и рекомендации. На первом этапе чат-бот задаёт вопросы: обращение, наиболее удобный формат связи, тип предприятия, уровень управления, вид деятельности. Затем руководитель самостоятельно выбирает явление, несколько показателей, после этого система задаёт уточняющие вопросы о воздействиях ОПЯ на предприятие и виды деятельности, которые формируются на основе ранее собранной и классифицированной информации. По окончании диалога формируется отчёт-сообщение для руководителя предприятия, и предлагается перейти к формированию рекомендаций.

На рынке уже довольно давно присутствуют готовые системы (Google DialogFlow, Amazon Lex и Microsoft LUIS и др.) для обработки естественного языка. Они позволяют без особых усилий запрограммировать чат-бот при помощи алгоритмов, которые требуются ему для понимания контекста беседы, и базовых выражений для поддержки диалога. Появились диалоговые платформы, которые позволяют максимально упростить создание чат-ботов, рабочих процессов, и предлагают безопасную интеграцию с основными бизнес-системами. Сотрудники

бизнес-подразделений могут разрабатывать и развёртывать своих собственных цифровых помощников без необходимости программирования и отсутствия навыков таких навыков. Готовые шаблоны и инструменты для создания чат-ботов помогают предприятиям ускорить их разработку, потому что акцент в них делается на перетаскивании блоков при помощи мыши, что значительно снижает их зависимость от ИТ-ресурсов или специалистов по данным.

Независимо от того, применяет ли предприятие программные роботы или разговорный чат-бот (или и то, и другое), сначала важно понять бизнес-проблему, а затем определить, где боты существенно помогут. Затем следует обозначить препятствия на пути к успешному внедрению и получению ожидаемых бизнес-результатов.

2.7 Выводы

Новая парадигма ГМО ориентирована на локальные пороговые значения показателей опасности для конкретных предприятий и видов деятельности, увеличение скорости доставки, повышение информативности руководителей, быструю оценку сложившейся гидрометеорологической обстановки. Такой подход позволяет руководителям предприятий сосредоточиться на тех бизнес-процессах, которые зависят от ГМУ.

В результате смены парадигмы ГМО руководителей улучшится поддержка решений, основанная на прогнозе возможных воздействий. Появится основа для анализа воздействий после прогноза наступления явления или после него 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 ОПЯ. У руководителей появится большая осведомлённость о сложившейся ситуации.

Такая парадигма даст предприятиям более чёткое представление о потенциальном влиянии ОПЯ на основе климатической информации, возможном влиянии их на основе прогностической информации, и происходящих воздействиях во время прохождения явления. Важным результатом является возможность изменения всей экономической модели взаимодействия Росгидромета с руководителями предприятий, то есть изменение парадигмы ГМО от формальной доставки информации о текущем и прогностическом состоянии окружающей среды всеми возможными средствами, до автоматического использования ГМИ в бизнес-моделях предприятий. При этом не надо полагаться ни на память, ни на опыт, ни на аккуратность и прочие индивидуальные качества

руководителей. Можно заранее учесть все возможные ситуации, воздействия, рассчитать ущерб, определить перечень превентивных мероприятий и их стоимость. Часть выполняемых решений можно перевести на действия, выполняемые механическими и другими устройствами, средствами. Таким образом, управленческий процесс намного упрощается и в некоторых случаях он станет излишним, т.к. все действия заранее согласованы и роль руководителя сведётся к наблюдению за их выполнением.

Выделены четыре стадии автоматизации развития ГМО промышленных предприятий, органов государственной власти и населения с использованием СППР – информационная стадия, информационно-советующая, полуавтоматическая, автоматическая.

Предложены методы формализации знаний о ситуациях, связанных с прогнозом воздействий явлений на промышленные предприятия и население, а также выдачей рекомендаций для руководителей. Определены этапы жизненного цикла объектов, где необходима поддержка решений – прогнозирование развития промышленного района с учётом риска ОПЯ, планирование, инженерное проектирование, строительное проектирование, строительство, эксплуатация промышленного объекта или сооружения, утилизация объекта. Выделены этапы жизненного цикла подготовки и передачи сообщений о явлениях.

Представлены результаты исследований влияния погодных условий на различные виды деятельности. Показаны возможности использования чат-ботов для поиска гидрометеорологических данных и информации руководителями предприятий.

ЦТ идёт не только в Росгидромете, но и в других отраслях, зависящих от погодных условий. Задача Росгидромета состоит в том, чтобы создать информационную продукцию, которая нужна руководителям и которая поможет им повысить эффективность бизнес-процессов на предприятиях, снизить простои производственных мощностей, уменьшить ущерб от ОПЯ или сделать жизнедеятельность населения более безопасной. Если Росгидромет будет знать на какие бизнес-процессы воздействуют те или иные ОПЯ, то можно автоматизировать доставку необходимых данных для этих бизнес-процессов и, таким образом, увеличить время для реализации превентивных мероприятий по подготовке к ОПЯ. Росгидромет должен помочь руководителям решать задачи по оперативному, тактическому и стратегическому планированию с учётом сложившихся, прогнозируемых и климатических ГМУ.

Необходимо создать клиенто-центричную модель развития информационных сервисов для ГМО руководителей. Она заключается в том, что необходимо

исходить не от реализованных в существующих системах сервисов, которые иногда «навязываются» руководителям предприятий, а надо прогнозировать будущие информационные потребности предприятий и для них развивать новые технологии, сервисы. После чего надо максимально гибко встроить новую информационную продукцию в бизнес-процессы руководителей. Уже на стадии создания информационной продукции надо начинать диалог с каждым руководителем, уточнять информационные потребности и барьеры, связанные с использованием ГМИ в существующих бизнес-процессах. После этого необходимо разработать регламент ГМО руководителей, таким образом, чтобы он учитывал конкретные бизнес-процессы и возможные сценарии развития событий, связанных с прохождением опасных явлений. Бизнес-модель ГМО должна быть построена по принципу найти потребность, удовлетворить её и «привязать» руководителя простотой интерфейса, стандартизованным форматом передачи, обеспечением качества обслуживания. И уже потом можно говорить о стоимости обслуживания и развитии сервисов, за которые готов платить руководитель. При этом надо постоянно заботиться об упрощении интерфейсов взаимодействия между руководителем и системой. В результате ГМО должно перейти от режима «самообслуживания» с использованием действующих сайтов, порталов к «персонализированному обслуживанию» на основе автоматического доведения информации об опасных или благоприятных ситуациях для руководителя на основе их выделения по локальным пороговым значениям уровней опасности или благоприятности для отдельных видов деятельности.

Персонализированное обслуживание должно совершенствоваться, улучшаться и адаптироваться путём настройки на соответствующие параметры и локальные пороговые значения для каждого предприятия, помогая руководителям принимать более эффективные решения. Используя персонализированное обслуживание бизнес-процессов, становится возможным обеспечить фокус на достижение более высоких бизнес-результатов предприятия. Совершенствование методов персонализированного обслуживания для промышленных объектов обеспечит уменьшение времени на доставку и интерпретацию полученной ГМИ, а главное, получить прогноз возможных воздействий опасных явлений на население и предприятия. Это позволит сократить время простоя основных средств, повысить уровень безопасности работников предприятий.

Вопрос не в том, чтобы предотвратить потепление, а чтобы к нему приспособиться.

В.В. Путин (Арктический форум, Архангельск, 30 марта, 2017 г.).

Нужно действовать на опережение, поскольку в таком случае происходящие перемены обойдутся нам не столь дорого: если мы будем сидеть сложа руки в 2021 году, то к 2030 году ежегодные расходы на адаптацию только в развивающихся странах достигнут целых $300 млрд.

Премьер-министр Великобритании Борис Джонсон на саммите по климатической адаптации, Нидерланды, 25.01.2021.

3 СОЗДАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

3.1 Анализ оповещений и штормовых предупреждений об опасных природных явлениях, прогноз воздействий

3.1.1 Формализация сведений об опасных природных явлениях в оповещениях и штормовых предупреждениях

Анализ оповещений и штормовых предупреждений об ОПЯ, которые приходят по ГСТ и хранятся в БД (http://www.esimo.net/applications/disaster/index.jsp), позволяет представить их в обобщённой (а), текстовой анкетной (б) формах и форме правила (в):

а) В результате <название ОПЯ>, возникшего вследствие <список Показателей>, на территории <список ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ> с <начало ПЕРИОДА> по <конец ПЕРИОДА> на <список ОБЪЕКТОВ (ВОЗДЕЙСТВИЯ, деятельности> имеют место ВОЗДЕЙСТВИЯ <список> и выполнены РЕКОМЕНДАЦИИ <список>.

б) ОПЯ: <список>; ПРЕДПОСЫЛКИ: <список>; ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ: <список>; ПЕРИОД: с <ДАТА_НАЧАЛА> по <ДАТА_ОКОНЧАНИЯ>; ОБЪЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ: <список>; ВОЗДЕЙСТВИЯ: <список>; РЕКОМЕНДАЦИИ <список>.

в) **If** ОБЪЕКТ: = «Название объекта» and ЯВЛЕНИЕ: = «Название явления» или ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ:>=<«Пороговые значения» and ТИП ИНФОРМАЦИИ = «Климат, или прогноз, или текущее состояние, или после явление», **then** ВОЗДЕЙСТВИЯ = «….» and РЕКОМЕНДАЦИИ= «….».

Пример фактического сообщения, соответствующего такой схеме: **Дата:** 17 и 18 мая 2001; **Географический район:** р. Лена; **Показатель:** повышение уровня реки (наводнение); **Причина:** ледоход; **Территория воздействия:** город Ленск; **Последствия:** Погибло 6 человек. Разрушено более 3300 домов.

Здесь ОПЯ представлено «наводнением», **предпосылки** – текст о «причинах ОПЯ», **дата** – «17 и 18 мая 2001 г.», **объект воздействия** – «население», **последствие** – текст о том, что на территории г. Ленска погибло 6 человек.

Анализ большого количества оповещений и штормовых предупреждений об ОПЯ позволяет сделать выводы о структуре и составе подобных сообщений.

В одном сообщении могут присутствовать одновременно несколько ОПЯ (например, ветер + сильные осадки), некоторые из них являются комплексными (например, «шторм» – это «сильный ветер» + «волнение»).

Сообщения об опасных явлениях содержат сведения о показателях этих явлений (температура воздуха для «обледенения», скорость для «сильного ветра») и их значениях, сведения о предпосылках, причине, вызвавшей его; временном аспекте этого явления; географической области возникновения ОПЯ; частных условиях и воздействиях (последствиях) этого явления. Причинами возникновения воздействий могут быть атмосферные, морские и геофизические явления, а также связанные с ним гидротехнические; промышленные; транспортные аварии.

Последствия воздействия определяются не только пороговыми значениями показателей, но и условиями, в которых «реализуется» ОПЯ. То есть в зависимости от условий воздействия явления, оно может быть опасным в разной степени для различных промышленных предприятий, либо не быть таковым. Например, наводнение, характеризуемое одним и тем же уровнем подъёма воды, может для населённых пунктов в пойме реки быть ОПЯ, а для пунктов, находящихся на высоких берегах, не представлять опасности. Такая ситуация определяется чувствительностью объектов экономики и требует уточнения локальных пороговых значений для отдельных типов объектов, мест их расположения.

Отмечаемые в сообщениях «причины» ОПЯ, таковыми, строго говоря, не являются, а служат предпосылками их возникновения (например, прохождение не каждого циклона является предпосылками сильных осадков и наводнения). Зачастую здесь важную роль играют местные условия – состояние подстилающей поверхности (горы, тундра), нахождение объекта в эпицентре или, наоборот, на периферии явления, в которых предпосылки привели к явлению (например сильные ливни в горах приводят к селям). Каждая ситуации опасного воздействия должна характеризоваться определёнными свойствами – названием, географической областью проявления; временной характеристикой опасного воздействия (начало, окончание явления), показателями опасности явления (скорость ветра, уровень воды, высота волн и их статистическими характеристиками – мин, макс, повторяемость), пороговыми значениями уровней опасности показателей. Если каждому конкретному воздействию из группы воздействий, относящихся к одному явлению, поставить значения свойств местных условий, географических и временных характеристик, то можно сформировать несколько экземпляров ситуации опасного воздействия. Воздействия на объекты, по существу, представляют собой прогноз развития событий, связанных с прохождением явления.

Со многими ситуациями могут быть связаны «отложенные во времени последствия». Например, если ОПЯ «Наводнение» и одна из ситуаций опасного воздействия «Выброшено судно на берег», то ситуация отложенных последствий может иметь вид: «Погибло судно», а через несколько суток и более возникнет отдалённое во времени последствие «Произошёл разлив нефтепродуктов из баков выброшенного на берег судна». Структура ситуации отложенных последствий в общем случае идентична ситуации опасного воздействия, но может быть и вырожденным случаем, когда указывается лишь последствие «Погибло судно».

Процесс оценки воздействий включает следующие этапы:

– идентификация опасных ситуаций;
– анализ прошлых явлений;
– определение воздействий ГМУ на различные объекты экономики;
– идентификация объектов, подвергаемых воздействиям явлений;
– идентификация экономической уязвимости;
– идентификация вторичных воздействий от аварий и катастроф, обусловленных опасными явлениями;
– определение уровня опасности;
– подготовка рекомендаций для принятия решений.

3.1.2 Идентификация опасных ситуаций

Идентификация опасных ситуаций – это выявление штормов, наводнений, других ОПЯ, влияющих на рассматриваемый объект; их степени влияния на объект. Здесь можно воспользоваться такими показателями, как пороговые значения, вероятность, риск, аномалия, др.

Для выявления опасных ситуаций используются:

– предупреждения и штормовые предупреждения об ОПЯ (ШТОРМ), выдаваемые синоптическими группами УГМС Росгидромета;

– прогнозы ОПЯ Гидрометцентра России, Арктического и антарктического научно-исследовательского института в виде штормовых оповещений, составляемых по отдельным методикам;

– штормовые предупреждения от зарубежных гидрометеорологических служб;

– штормовые предупреждения для авиации в коде SIGRID для всех аэропортов мира;

– сообщения (WAREP), посылаемые гидрометеорологическими станциями;

– оперативные данные, передаваемые по каналам ГСТ (СИНОП, ШИП, БУЙ, МОРЕ, ГИДРА, ЛЕД и др.), в которых могут быть фактические значения наблюдённых параметров, превышающие пороговые значения показателей;

– прогностические данные в узлах сетки в виде изолиний с выделенными районами значений показателей (скорость ветра, температура воздуха, высота волн, осадки), превышающих пороговые значения.

При пополнении БД новыми записями с сообщениями о штормовых предупреждениях и прогнозами делается сверка географического района, в котором происходит или будет происходить ОПЯ, и координат объектов, которые находятся в этом районе. При обновлении данных автоматически запускается приложение по выявлению ОПЯ. Из информации об объекте извлекается идентификатор (ИД) станции, которая обслуживает объект. Из БД выделяются атрибуты, которые необходимо проанализировать. Список этих атрибутов также берётся из информации об объекте. Затем выделенные из БД значения атрибутов сравниваются с пороговыми значениями параметров среды. Отбирается максимальная (последняя) дата наблюдения. Делается проверка значений на пороговые значения параметров среды. При этом учитывается отрасль, тип объекта, а также вид деятельности. Географический район, в котором произошло явление, определяется на основе координат объекта, хранящихся в паспорте объекта, и региона, заданного для выявленного явления.

При анализе прогностических данных каждый гидрометеорологический параметр анализируется по всем имеющимся срокам прогноза. Значения параметров по каждому сроку прогноза анализируются и сравниваются с пороговыми значениями параметров среды. При превышении пороговых значений одним или несколькими значениями гидрометеорологических параметров автоматически присваивается уровень опасности сложившейся ситуации.

Таким образом, сведения об ОПЯ записываются в БД с указанием:

– названия;

– периода прохождения явления;

– показателя (ей) явления;

– сопутствующих явлений, даже если их показатели не достигли пороговых значений;

– уровня опасности;

– географической области или координат центра области угроз;

– видов деятельности, на которые может быть оказано воздействие;

– источника информации.

Анализ опасных ситуаций включает построение карт опасности для различных явлений; формирование пороговых значений для различных уровней опасности; расчёт повторяемостей явлений (например, вероятность наводнения один раз в 5, 10, 50 и 100 лет). Опасные явления для конкретного объекта определяются путём:

– составления списка всех ОПЯ, которым подвержен рассматриваемый объект, на основе исторических данных;

– выделения параметров, превысивших пороговые значения;

– определения текущего климатического сезона;

– уточнения списков явлений, в соответствии с отраслью и типами объектов, для которых выявлено превышение порогового значения;

– определения района проявления опасных явлений и координат объектов, подвергаемых воздействию;

– прогноза возможных воздействий явлений на конкретные объекты и виды деятельности;

– составления рекомендаций для принятия решений до, в период и после явления.

Результаты выявления ОПЯ должны передаваться по различным системам оповещения (электронная почта, мобильный телефон, факс, каналы ГСТ, автоматическая инициализация программного приложения на интернет устройство руководителя). Весь процесс оповещения должен быть полностью автоматизирован.

3.1.3 Определение воздействий гидрометеорологических условий на различные объекты экономики

Оценка влияния ОПЯ на объекты экономики предназначена для выявления характера, интенсивности и степени опасности их влияния на деятельность предприятий, социально-хозяйственную деятельность, здоровье и жизнедеятельность населения. На этапе оценки воздействий анализируются значения показателей; уровень опасности; периодичность воздействия во времени (дискретное или непрерывное); длительность воздействия (минуты, часы, сутки, недели, месяцы, годы); географический район воздействия (отдельное предприятие или регион).

Предсказания воздействий выполняются на основе связи между значениями показателей и произошедшими ранее воздействиями ОПЯ на различные объекты и виды деятельности. Детальный список воздействий может ввести в заблуждение руководителей и отвлечь внимание и ресурсы от главных воздействий. Поэтому прогнозы воздействий должны быть представлены в соответствии с их значимостью для объекта.

Явления могут и не приводить к воздействиям, если отсутствует сам объект воздействия. Например, в Арктике хозяйственная деятельность минимальна, поэтому прохождение даже сильных опасных явлений практически не вызывает ущерба. Или объект есть, но уровень воздействия ниже уровня устойчивости объекта. Например, для крупного танкера водоизмещением больше 100 тысяч тонн высота волн даже в 5 м не представляет опасности, а для яхты под парусом и 2 м уже опасны или высота защитной дамбы вдоль дороги выше, чем пороговые значения уровней наводнения.

Для составления описания ситуаций с воздействием ОПЯ надо ответить на следующие вопросы:

– Какова вероятность явления?

– На какие объекты оказывается воздействие?

– Какие воздействия возможны?

– На какие социальные группы, экономические сектора или регионы будет оказано воздействие?

– Каково ожидаемое негативное или позитивное воздействие?

Далее должно быть сделано качественное описание соответствующего воздействия и, если возможно, его количественная оценка. Вывод о том, что результат воздействия «будет» иметь место, относится к ситуациям, когда и опыт, и многочисленные методы анализа вместе показывают, что последствие наступит неизбежно в результате ОПЯ или предполагаемых изменений климата.

3.1.4 Идентификация объектов, подвергаемых воздействиям опасных природных явлений

Так как влияние ОПЯ на различные типы объектов отличается, важно не только идентифицировать, но и собрать сведения о свойствах этих объектов. В качестве объектов воздействия указываются как конкретные материально-вещественные объекты (предприятия, сооружения, здания, конструкции, суда, порты), так и целые отрасли – транспорт, топливно-энергетический комплекс; строительство; жилищно-коммунальное хозяйство.

Таким образом, в качестве объектов воздействия ОПЯ могут рассматриваться:

– отрасли (сельское хозяйство, лесное, водное, рыбное хозяйство, судоходство, воздушный транспорт, строительство, электроэнергетика, автодорожная деятельность), целями которых является обеспечение устойчивого их развития, стабильная работа инфраструктуры и деятельность предприятий в период ОПЯ;

– природопользование (почва, лес, растительность, вода, воздух, биота, особо охраняемые территории, прибрежные зоны, которыми надо управлять);

– торговля, связь, отдых, рекреация, туризм, для которых важно обеспечение стабильной работы инфраструктуры;

– органы государственной власти и управления – подготовка к стихийным бедствиям;

– население (коммунальное хозяйство) – обеспечение здоровья и жизнедеятельности человека;

– здания, сооружения, материальные объекты экономики;

– общественные организации и объединения – охрана экосистем.

Каждая отрасль может иметь подотрасли, например, транспорт бывает железнодорожный, автомобильный, воздушный, трубопроводный, морской, речной. В «морском транспорте» выделяют «портовое хозяйство», «судостроение», «пассажирский транспорт», администрации портов, предприятия, обеспечивающие транспортировку грузов. Морской транспорт включает стационарные (доки, причалы, гидротехнические сооружения, краны, водо-, тепло-, газовые сети, подъездные пути) и подвижные объекты (суда различного класса, плавучие доки, прогулочные яхты, скутеры, водные велосипеды). В рыбном хозяйстве выделяют добычу биоресурсов, производство рыбной продукции, воспроизводство рыбы.

Социально-хозяйственная деятельность включает производство, потребление, получение образования, отдых, перевозка людей, погрузка-выгрузка материалов, передача энергии. Объектами деятельности являются материалы, вещества, изделия, конструкции, физические поля, здания и сооружения, хозяйственные земли, растения, животный мир, население, предприятия, населённые пункты. Следующий аспект классификации объектов воздействия – составляющие элементы изделий, сооружений, выделяемые с точки зрения функциональной природы деятельности объектов. На основе этого аспекта, например, в классе объектов «здания и сооружения» выделяют жилые, производственные, служебные, учебные помещения, больницы, склады. В «транспортных магистралях» выделяются шоссейные, железнодорожные, речные, морские пути. Изделия делятся на конструкционные элементы (фундаменты, стены, перекрытия, кровля; лестницы), комплектующие, которые тоже могут выступать объектами воздействия.

Состав объектов, для которых даётся оценка воздействий и рекомендации, включает администрации субъектов РФ, администрации портовых городов, топ менеджеров бассейновых пароходств, туристских фирм, предприятий, обеспечивающих транспортировку грузов, судов, лоцманских служб.

Среди субъектов риска обычно оказываются собственники предприятий, земли, сельскохозяйственных угодий и недвижимости; материалы, поступившие в переработку; готовая продукция; юридические и физические лица, проживающие на прилегающих территориях; государственные органы различного уровня управления; экосистемы на территориях в сфере влияния объекта; транспортные и коммуникационные объекты и их собственники.

В качестве типовых объектов можно использовать объекты, представленные в Положении об оценке воздействия на окружающую среду в РФ. Приложение № 2 Вид хозяйственной деятельности (Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372). Это список включает 33 объекта (предприятия по добыче нефти, природного газа; нефтеперерабатывающие заводы и др.).

Объектом воздействия ОПЯ может быть не только материально-вещественный объект или отрасль материально-вещественной деятельности в целом, но и функциональный процесс в деятельности предприятий. Объекты воздействия следует именовать **объектами потенциально опасного воздействия, в отличие от потенциально опасных объектов** (химические, нефтехимические предприятия, АЭС и др.). Элементы системы функциональных воздействий сочетаются с элементами системы материально-вещественных объектов, образуя виды функциональных воздействий в контексте формы и сферы деятельности. Для

описания воздействий необходимо знать не только сам объект воздействия, но и виды деятельности, которые на нём выполняются:

– **добыча живых ресурсов:** рыбная ловля, в том числе любительская; добыча водорослей и других пищевых продуктов, добыча генетических ресурсов / биопиратство / водоросли;

– **добыча неживых ресурсов:** разработка песка, гравия, камня, невозобновляемых ресурсов – нефти, газа, железно-марганцевых конкреций; опреснение/забор воды; обогащение полезных ископаемых; складирование и хранение материалов;

– **производство пищевых продуктов:** выращивание сельскохозяйственных культур, рыбы и моллюсков;

– **создание искусственных сооружений, в том числе строительство:** освоение земель, защита берегов, портовые операции, установка и эксплуатация морских сооружений, сооружения для производства электроэнергии, эксплуатация подводных кабелей;

– **производство и потребление электроэнергии:** использование солнечной, ветровой, волновой, приливной энергии; генерация (электрического тока, полей, излучений); передача и потребление энергии;

– **транспортировка грузов и продукции:** разгрузка/погрузка, перевозка (людей, веществ, материалов, изделий) с помощью морского, речного, железнодорожного и автомобильного транспорта, трубопроводов;

– **туризм и рекреация:** отдых, путешествия;

– **обеспечение обороны страны:** повторяющиеся оборонительные мероприятия, сброс в воду военного имущества;

– **обеспечение экологической безопасности:** сбросы и выбросы бытовых отходов, промышленных предприятий; сельскохозяйственные стоки; размещение твёрдых отходов, в т. ч. материалов дноуглубления; хранение газов; очистка (воздуха, воды, сырья);

– **обеспечение жизнедеятельности населения:** постоянное проживание или временное пребывание (работа, учёба, общественные места) на территории, подвергаемой воздействию ОПЯ;

– **эксплуатация окружающей среды** (земли, воды, воздуха, флоры и фауны);

– **обеспечение безопасной эксплуатации материальных объектов** (зданий, сооружений, транспорта и т.п.);

– **обеспечение безопасной эксплуатации опасных объектов** (нефтехимических производств, нефтегазохранилищ, радиационно-опасных объектов, других источников потенциальных опасностей).

3.1.5 Идентификация уязвимости промышленных объектов от опасных природных явлений

Идентификация уязвимости промышленных объектов от ОПЯ – это пересечение экономических центров и районов риска, инвентаризация экономических центров с высоким риском подверженности опасности. После того как потенциальные воздействия установлены, необходимо определить вероятность возникновения последствий, их размах и масштаб (пространственный и временной). Эта информация также важна для оценки значимости воздействий, а также для определения мер по смягчению воздействий и адаптации к ним.

Для медленно протекающих ОПЯ уже на стадии их развития возможно принятие мер реагирования: эвакуация населения и имущества, остановка и консервация предприятий, установка дополнительных защитных сооружений. Например, ущерб от аварийного загрязнения нефтью и нефтепродуктами зависит от времени воздействия нефти на объекты живой природы, а также от объёмов пролитой жидкости. Срочные меры по сбору пролитой нефти уменьшают потенциальный ущерб живым организмам и соответствующие экологические риски.

Стоимость борьбы с последствиями ОПЯ может оказаться весьма высокой и сравнимой с потенциальным ущербом. Экономически может оказаться невыгодным применение этих методов. Вместе с тем, если ущерб наносится жизни и здоровью людей, значимым экосистемам и территориям, эти методы применяются, невзирая на их стоимость.

Возможна синергетика опасных явлений и техногенных аварий. Ущербы в этом случае связаны с разрушением технических объектов, гибелью и травмами персонала, упущенной выгодой, штрафами, необходимостью ликвидации последствий в технической сфере и восстановительными работами.

Подверженность и уязвимость являются динамическими характеристиками, меняющимися во времени и пространстве в разных масштабах, и зависящими от экономических, социальных, географических, демографических, культурных, управленческих и экологических факторов. Подверженность и уязвимость населения можно определить следующими свойствами объектов, к которым относятся:

– **социально-экономические факторы** – общее количество населения, подвергаемого воздействию ОПЯ, плотность населения, количество работающего населения, количество незанятого населения, количество детей школьного и дошкольного возраста, количество больниц (койкомест в каждой больнице), количество школ (учащихся в каждой школе);

– **характеристики объекта** – размеры объекта; количество персонала, работающего или обслуживающего объект; расположение объекта, например, вблизи экологически уязвимых районов (особо охраняемые природные территории, густонаселённая местность); характеристики потенциального влияния ОПЯ, например, пределы и величина воздействия;

– **возраст человека** – количество престарелых людей старше 60 лет, меньше 16;

– **страховка** – наличие незастрахованных жилищ, транспорта, личной страховки;

– **нищета** – количество людей, имеющих ограниченные средства к существованию (малоимущие, бездомные);

– **состояние здоровья** – количество инвалидов, больных, людей с ограниченными возможностями, требующих индивидуальной эвакуации;

– **уровень активности на открытом воздухе** – количество людей, имеющих автономные средства передвижения (машины, мотоциклы, велосипеды);

– **уровень активности на воде** – количество людей, имеющих яхты, лодки, шлюпки, индивидуальные средства спасения на воде;

– **доступ к системам вентиляции** – количество офисов, других мест, оборудованных вентиляцией, количество людей, которые могут воспользоваться системами вентиляции;

– **возможный материальный ущерб** – стоимость потерянной или испорченной личной собственности; стоимость сломанного оборудования, потерявшего потребительские свойства груза;

– **психологические факторы** – количество людей подверженных депрессии, обеспокоенность населения (процент);

– **экологические факторы** – процент деградации экосистем, процент использования природных ресурсов;

– **стандарты здравоохранения, образования** – количество врачей на 1 000 человек, количество людей, имеющих среднее и высшее образование.

Характер и серьёзность последствий ОПЯ зависит не только от самих явлений, но также и от **подверженности и уязвимости** населения и отраслей экономики. Подверженность и уязвимость являются динамическими характеристиками, меняющимися во времени и пространстве. Индивидуумы и сообщества характеризуются разной степенью подверженности и уязвимости вследствие неравенства в уровне богатства, образования, состояния здоровья, а также различий пола, возраста, классовой принадлежности, экономических, социальных, географических, демографических и культурных факторов.

Подверженность и уязвимость предприятий определяется с**остоянием городской инфраструктуры** (год постройки, процент изношенности инфраструктуры, коэффициент урбанизации); **возможным материальным ущербом** (стоимость оборудования, зданий и систем жизнеобеспечения, стоимость простоя оборудования); **возможными разрушениями**, которые определяются некачественным строительством.

Управление рисками от ОПЯ и адаптация к ним направлены, главным образом, на снижение подверженности и уязвимости, повышение сопротивляемости потенциальным неблагоприятным последствиям, когда полностью исключить риск невозможно. Концепция адаптации и управления рисками включает уменьшение подверженности предприятий и населения их воздействию, уменьшение уязвимости предприятий и населения, повышение устойчивости предприятий к ОПЯ, заблаговременную подготовку к ним, реагирование на них и восстановление жизнедеятельности после прохождения явлений.

Ещё одним методом повышения устойчивости предприятий может служить страховка. Чтобы предотвратить возможное развитие строительства в опасных районах необходимо применить более высокие ставки страхования. Если объект застрахован, то это является дополнительной гарантией инвестиций в технико-экономический проект, связанный с его восстановлением после воздействия ОПЯ. Для технических объектов страхование осуществляется в двух направлениях: страхование собственного имущества и страхование гражданской ответственности перед третьими лицами. Первый вид страхования осуществляется в России на добровольной основе и используется сравнительно редко. Наибольшее значение данный вид страхования может иметь при управлении внешними рисками, связанными с ОПЯ, пожарами и т.п. Для опасных производственных объектов в России предусмотрено обязательное страхование гражданской ответственности перед третьими лицами.

3.1.6 Идентификация вторичных воздействий от аварий и катастроф, обусловленных опасными природными явлениями

ОПЯ являются источниками соответствующих опасностей для технических систем. В результате воздействий явлений могут возникнуть техногенные аварии – могут наблюдаться выбросы токсических химических веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу. Некоторые явления влияют на правильность функционирования технических систем и могут приводить к различным нештатным ситуациям в них. Часть этих явлений может повлиять на работу операторов

и приводить к появлению у них ошибок. Например, ограничение видимости, связанное с туманом, дождём, метелью, может приводить к ошибкам водителей автомобилей, пилотов самолётов, рулевых судов и вызвать различные инциденты с техническими средствами и системами. Последствия этих инцидентов с техническими системами могут быть различной тяжести, определяемой суммой материального ущерба, количеством погибших, раненных и заболевших людей, площадью поражения окружающей среды.

В настоящее время упор делается на природную, гидрометеорологическую и экологическую безопасность населения и работы предприятий, а не на безаварийную работу предприятий в период прохождения ОПЯ. «Безопасность не исключает сами аварии, а безаварийность должна не доводить ситуацию до аварии, уменьшать или предотвращать возможные воздействия в момент их появления. Но их надо уметь своевременно выявить» – пишет В.Ф. Чернов на форуме энергетиков (http://e-generation.forum2x2.ru/). Большинство объектов, как правило, имеют надёжность функционирования, намного превышающую пороговые значения показателей уязвимости от ОПЯ. Возникающие внешние условия аварий накапливаются годами. Например, изношенные механизмы, превысившие срок эксплуатации, быстрее выходят из строя в период опасного явления; увеличение уровня грунтовых вод, связанных с созданием водохранилищ, приводит к регулярным подтоплениям мест проживания населения; человеческий фактор – неправильные действия по предотвращению опасных воздействий или длительное бездействие руководителя – также увеличивает вероятность аварий. Поэтому необходимо переходить к интеллектуальной диагностике развития возможных аварийных ситуаций от ОПЯ и их предупреждения [71]. Причинами аварий выступают отказы техники, человеческий фактор и воздействия опасных явлений. ЖЦ существования производственного объекта включает в себя планирование размещения объекта, проектирование, строительство, запуск в эксплуатацию, саму эксплуатацию, ремонты и реконструкции, аварийные события, вывод из эксплуатации как по причине изношенности или морального старения объекта, так и в результате аварии катастрофического характера. На разных стадиях ЖЦ объекта существуют свои источники опасностей. Уже на стадии планирования строительства промышленного предприятия должен осуществляться прогноз возможных воздействий. Появление трещин в трубах газоснабжения, произошедших в результате землетрясения, может привести к утечке газа. Для взрыва должны соблюдаться три условия: утечка газа, замкнутый объём и источник огня. Соответствующая взрывная концентрация газа при его утечке создаётся постепенно. За утечкой газа можно

следить, т.ё. для предотвращения аварий необходимо ставить датчики обнаружения газа с автоматическими средствами перекрытия газа. Другой пример, трубопроводы под воздействием агрессивной среды (регулярная подверженность воздействию влаги, перепадам температур) неравномерно ржавеют. В результате образуется небольшой свищ, но под слоем теплоизоляции он не заметен. Со временем свищ увеличивается. Для того чтобы на этом трубопроводе не произошла авария с его разрывом, необходимо учитывать текущее состояние трубопровода и не допускать наличия в трубопроводе давления, превышающего текущую прочность трубы. В этой ситуации рабочее давление необходимо снижать, тогда вероятность разрыва трубы существенно уменьшается. Проверка устаревших трубопроводов на прочность повышенным давлением или увеличение температуры воды в системе теплоснабжения в период сильных похолоданий, увеличивает вероятность аварий.

Воздействия складываются из разных сил, действующих не обязательно одновременно. Этот период может занимать нескольких лет. Но в какой-то момент времени они могут войти в одну фазу. И тогда это приводет к аварии. Например, износ и коррозия есть всегда, а в совокупности с нагрузками от ОПЯ они представляют собой зачатки аварийной ситуации.

Аварийная ситуация наблюдается при проявлении воздействий ОПЯ, поэтому здесь нужна диагностика воздействий и их уменьшение или устранение, то есть необходимо предупреждать появление аварийной ситуации, которая развивается медленно, а на завершающем этапе переходит в разрушительную стадию. Когда возникает аварийная ситуация, то эксплуатационный персонал может предотвратить аварию, руководствуясь существующими регламентами и опытом. Но когда воздействует одновременно несколько явлений, например, скорость ветра >15м/с, высота волны >5м, обледенение >10 мм/ч и направление движения судна навстречу движению волн, то может произойти авария.

Выявление ОПЯ на основе прогностических данных и анализа предвестников аварийных ситуаций на промышленных объектах, связанных с эксплуатацией устаревшего оборудования и выходом показателей за пороговые значения, позволяет заблаговременно выявлять негативные воздействия и принять необходимые корректирующие меры. Правильнее выявлять причины до начала ОПЯ, а не после, когда приходится только констатировать этот факт. Для этого в свойствах объектов должна быть информация о дате ввода объекта в эксплуатацию, гарантийном сроке эксплуатации, количестве ситуаций, когда объект работал на максимуме своей мощности. На основе этой информации можно сделать вывод, можно ли дальше эксплуатировать объект.

Для выявления опасной ситуации применяется пороговый метод оценки степени опасности сложившейся ситуации, который позволяет оценить выход значений показателей ОПЯ за верхнюю или нижнюю границы, например, превышение значений скорости ветра или температуры воздуха, определённых заранее для каждого типа объекта и вида деятельности, с учётом сезона года и климатической зоны. При этом необходимо учитывать свойства самого объекта (степень износа оборудования, возможные сбои автоматики, ошибки операторов). Чем оборудование старее, тем оно быстрее выходит из строя. Поэтому при большем износе конкретного оборудования и участка трубы для трубопровода должны быть предписаны меньшие предельные значения давления в системе при их эксплуатации.

Если ожидаемые последствия оперативно выявлять, то опасные воздействия можно предотвратить или замедлить. Поэтому необходима разработка системы учёта, классификации и анализа предвестников аварийных ситуаций, связанных с ОПЯ, и позволяющая заблаговременно выявлять наметившиеся негативные воздействия на объекты и принимать необходимые корректирующие меры.

Когда сила воздействия превысит максимально допустимую при определённых пороговых значениях показателей ОПЯ, аварийная ситуация переходит в разрушительную аварию. В настоящее время на промышленных объектах индикация начальных стадий аварийных ситуаций производится только для отдельных объектов или технологических процессов. Все изменения (опускания земли при оттаивании вечной мерзлоты или землетрясениях и соответствующее провисание трубопроводов, сдвиги гидротехнических объектов и фундаментов зданий) необходимо отслеживать в реальном времени. При выявлении превышений пороговых значений необходимо выдавать своевременное предупреждение и заранее устранять или предотвращать эти воздействия (укрепить сооружения, или уменьшить нагрузки, или закрыть их).

На основании материалов технического обслуживания можно определить вид и степень развития возможных аварийных ситуаций, рассчитать прогнозный остаточный ресурс оборудования по каждому последствию, возможные значения показателей эксплуатации, при которых возможна авария, также определить возможные последствия (экономические потери от простоя, риски для людей, окружающей среды).

Авария включает две фазы развития: первая – это возникновение аварийной ситуации, вторая – проявление самой аварии. Возникновение аварийной ситуации протекает медленно и не всегда можно зафиксировать существующими

приборами. С достижением пороговых значений показателей ОПЯ аварийные ситуации переходят в диагностируемую часть, и здесь уже нужны превентивные меры. Поэтому необходимо заранее определить локальные пороговые значения, при которых могут происходить аварии от воздействия явлений, и вовремя выявить достижение пороговых значений показателей.

Пороговые значения показателей не показывают начало аварийной ситуации, а только информируют о возможности наступления аварии. Промышленные объекты, как правило, рассчитаны на воздействие большинства явлений. Но у некоторых объектов ещё на этапе проектирования закладываются возможности проявления аварийных ситуаций (например, не была учтена вероятность максимальной высоты цунами на атомной станции «Фокусима»). В связи с ожидаемым увеличением уровня Мирового океана изменится высота приливов, поэтому при строительстве различных долговременных сооружений в прибрежной зоне во всех морях, связанных с Мировым океаном, необходимо учитывать этот момент. Несмотря на кажущееся небольшое значение прогнозируемого увеличения уровня моря – от нескольких десятков сантиметров до 1 м, реально в отдельных бухтах, узких и относительно мелких заливах с учётом изменения приливов значения уровня могут увеличиться на метры.

Авария – это результат воздействия ОПЯ и совокупность причин, связанных с опасностью объекта (ошибки проектирования – не учтена возможная максимальная скорость ветра в данном районе; ошибки, допущенные при монтаже оборудования – использованы не рекомендованные марки цемента при строительстве; неправильная эксплуатация оборудования – отсутствие регулярной проверки состояния оборудования). Необходимо учитывать даже минимальную вероятность проявления экстремальных значений тех или иных явлений, чтобы предотвратить возможные аварии.

Причину начала аварийной ситуации надо искать в состоянии объектов, подвергаемых ОПЯ. Задача по предупреждению аварий должна заключаться, в первую очередь, в своевременной диагностике состояния этих объектов (выявление объектов, превысивших срок эксплуатации и не выведенных из эксплуатации, оценка изношенности оборудования и при необходимости организации щадящего режима эксплуатации и др.). Если граница устойчивости объекта к рассматриваемому воздействию превышена, то аварийная ситуация начинает развиваться до момента разрушительной аварии. Задача руководителя состоит в том, чтобы заблаговременно провести превентивные мероприятия по повышению устойчивости объекта к воздействию явления. Если этого не проводить, то значительно увеличатся затраты на аварийно-спасательные работы.

3.1.7 Определение уровня опасности

Очень важным моментом идентификации ОПЯ является определение уровня их опасности. Уровень опасности – это градация степени возможного влияния ОПЯ на объект наблюдения. При этом значительно увеличивается число отслеживаемых ситуаций, что требует автоматизации их выявления для каждого объекта и автоматического доведения выявленных сведений до руководителей предприятий. При оценке воздействий важно знать, на основе какой информации (климатической, прогнозной, наблюдённой) выдаётся перечень воздействий и соответствующие рекомендации для уменьшения этих воздействий.

Необходимо учитывать степень опасности явления при создании БЗ. Это позволяет более просто оценивать воздействия на объект и виды деятельности. Уровни опасности учитываются для всех объектов – населения, технических систем, строительных конструкций, судов, портов и т. д. Уровни опасности характеризуются способностью технических систем, строительных конструкций и других объектов сопротивляться до определённого предела и в течение определённого времени негативным (разрушающим) воздействиям, сохраняя при этом свои заданные функции.

Методика оценки уровня опасности должна учитывать текущие, прогностические и климатические значения параметров окружающей среды и их совокупное влияние на наблюдаемый объект. ОПЯ определяется одним или несколькими параметрами, превысившими пороговые значения. Уровень опасности оценивается на основе пороговых значений, заложенных в БД «Пороговые значения». Граничные значения градуируются в зависимости от степени возможного влияния параметра.

Всё многообразие интенсивности воздействий ОПЯ можно классифицировать по применяющимся в отечественной и международной практике четырём уровням опасности с обозначением их цвета в виде «светофора» для каждого объекта и вида деятельности. Численные значения для каждого уровня должны устанавливаться экспертами для каждого объекта (рис. 3.1).

Для оценки уровня опасности выбирается гидрометеорологическая станция, которая наиболее репрезентативна для рассматриваемого объекта. При этом заполняется Карточка гидрометеорологической станции, в которой указываются название географического района, название гидрометеорологической станции, уровень воды над нулём графика, высота волн, ледовые явления, наименование хозяйственного объекта или населённого пункта, номер карточки хозяйственного объекта, когда создана, кто составил, когда редактировалась, лицо, сделавшее исправления, причина внесения исправлений.

Рисунок 3.1 – Уровни опасности

Получение показателей в точке производится на основе временных рядов с различным временным разрешением (срок – сутки, месяц, год). Если показатель должен характеризовать какое-то пространство, то для его получения, как правило, используются данные в узлах сетки. В зависимости от района (станции), где проявляется явление, производится уточнение промышленных объектов и населённых пунктов, которые подвергаются влиянию ОПЯ. Пример пороговых значений уровня воды на реках РФ по уровням опасности представлен в табл. 3.1.

Другой пример описания уровней опасности в зависимости от значений параметров ОПЯ, типа объекта и вида деятельности представлен в таблице 3.2а, пример пороговых значений для судна – табл. 3.2б и матрица опасности во времени для небольших судов по основным показателям – табл. 3.2в.

Для ОПЯ, влияющих на определённые типы промышленных объектов, необходимы уточнённые пороговые значения, в рамках которых можно компенсировать их негативное воздействие за счёт проведения превентивных мероприятий. Установление пороговых значений для оценки воздействий явлений на конкретные объекты и виды их деятельности основывается на имеющемся опыте обслуживания руководителей. Исходя из этого, предметом регламентирования при оценке влияния ОПЯ на безопасность жизнедеятельности населения и промышленных предприятий является уровень опасности.

Например, неблагоприятные экологические условия для г. Мурманска возникают от работы ПАО «Мурманский морской торговый порт», когда скорость ветра западного направления > 7 м/с (http://arctic-tv.ru/tv-novosti/k-shtormovoy-pogode-v-portu-gotovy). При этой скорости ветра пыль от погрузки угля летит на жилые кварталы города. Персонал, непосредственно работающий с грузом, должен остановить очистку, перевалку и приведение угля в

транспортабельное состояние. Если сила ветра превысит 15 м/с, то необходимо прекратить все погрузо-разгрузочные работы, при ветре < 7 м/с – использовать стационарные и мобильные системы пылеподавления.

Для принятия решений необходимо показатели явлений представлять в виде временных рядов, объединяющих исторические, текущие и прогностические данные, чтобы видеть тенденцию, и карту распределения параметров по площади в различных пространственно-временных масштабах представления в зависимости от уровня управления.

Таблица 3.1 – Пороговые значения уровня воды на реках РФ

Уровни опасности:
1 – Минимальный уровень – наводнения нет
2 – Уровень над нулём графика поста, при достижении которого начинается затопление (неблагоприятное явление)
3 – Уровень над нулём графика поста, при достижении которого начинается опасное явление
4 – Уровень катастрофического наводнения – больше макс возможного значения уровня

ID	Тип объекта	Георайон	Код параметра	Опасность	От	До	Примечание
1	Нас. пункт	Дюсяново	P0069_00	1	163	420	
2	Нас. пункт	Дюсяново	P0069_00	2	421	560	
3	Нас. пункт	Дюсяново	P0069_00	3	561	663	
4	Нас. пункт	Дюсяново	P0069_00	4	664	>664	
5	Нас. пункт	Бочкарево	P0069_00	1	335	500	
6	Нас. пункт	Бочкарево	P0069_00	2	501	650	
7	Нас. пункт	Бочкарево	P0069_00	3	651	688	
8	Нас. пункт	Бочкарево	P0069_00	4	689	873	
9	Нас. пункт	Новоюмраново	P0069_00	1	221	320	
10	Нас. пункт	Новоюмраново	P0069_00	2	321	575	
11	Нас. пункт	Новоюмраново	P0069_00	3	576	600	
12	Нас. пункт	Новоюмраново	P0069_00	4	601	820	
13	Нас. пункт	Чекмагуш	P0069_00	1	208	330	
14	Нас. пункт	Чекмагуш	P0069_00	2	331	780	
15	Нас. пункт	Чекмагуш	P0069_00	3	781	830	
16	Нас. пункт	Чекмагуш	P0069_00	4	831	1000	

Таблица 3.2 – Пример описания уровней опасности в зависимости от значений параметров ОПЯ, типа объекта и вида деятельности

а) Пример пороговых значений для различных видов деятельности

Объект, вид деятельности		Скорость ветра, м/с				Количество осадков, мм				Видимость, км				Обледенение судов, см			
		10–14	15–20	21–30	>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
Порт	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	3	4	4	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Примечание: Цифрами обозначен уровень опасности: 1 – нормальный; 2 – неблагоприятное явление; 3 – опасное; 4 – катастрофическое.

б) Пример пороговых значений для судна

Показатели	Ед-цы изм.	Значения показателей				
		Зелёный	Жёлтый	Оранжевый	Красный	Примечание
Ветер: скорость	м/с	0–14	15–19	20–30	>30	
Волнение: высота (море)	0,5 м	<2	2–4	4–6	>6	
Волнение: высота (океан)	0,5 м	<4	4–6	6–8	>8	
Видимость	м	>2000	500–2 000	200–500	<200	
Уровень воды в устьях рек	см					Локальные пределы для каждого порта отдельно
Лёд: сплочённость	балл	<2	2–4	5–8	>8	Зимний период
Лёд: толщина	см	<30	30–50	50–80	>80	Зимний период
Температура воды	0С	5–20	0–4	-1…-0,1	-1 … -3	
Обледенение	см	нет	слабое	сильное	Очень сильное	Осенне-зимний период

в) Матрица опасности во времени для небольших судов по основным показателям

Показатели	Ед-цы изм.	Значения показателей				
		В данный момент	Через 12 ч	Через 24 ч	Через 36 ч	Через 48 ч
Ветер: скорость	м/с	7	16	22	35	35
Волнение: высота	0,5 м	0,5	1,5	4,0	6,0	7,0
Видимость	м	3 000	3 000	2 500	500	500
Лёд: сплочённость	балл	0	0	0	0	0
Лёд: толщина	см	0	0	0	0	0
Температура воды	℃	5	2	0	-1	-3
Обледенение	см	нет			сильное	Очень сильное

Среди мер государственной помощи могут использоваться налоговые льготы, субсидии, компенсации затрат на уменьшение техногенных рисков и т.п. Со стороны собственников нерентабельных технических систем важным методом уменьшения техногенных рисков является лоббирование программ по перевооружению экономики с участием государства в виде кредитора или инвестора. Важным стратегическим направлением управления техногенными рисками, возникающими в период ОПЯ, является повышение благосостояния населения, что будет способствовать повышению уровня цен за услуги технических систем и повышению их рентабельности. В этих условиях могут появиться источники финансирования для эксплуатации старых, изношенных технических систем на какой-то переходный период. Это касается в первую очередь систем жилищно-коммунального хозяйства и энергетической инфраструктуры России. Важно определить экономическую целесообразность эксплуатации изношенных систем, а также заблаговременно создать финансовые источники для их ликвидации и замены. Промежуточным состоянием для таких систем может оказаться консервация, затраты на которую могут быть значительно меньшими, чем на ликвидацию. Этим способом уменьшения техногенных рисков следует пользоваться только после экономического расчёта затрат на консервацию или полную ликвидацию технической системы.

3.1.8 Подготовка рекомендаций для принятия решений

Подготовка рекомендаций для принятия решений включает сбор материалов о выполненных мероприятиях в аналогичных ситуациях; инвентаризацию средств проведения превентивных мероприятий (тип, название средства, адрес, владелец, контакт); оценку приоритетов выполнения рекомендаций в зависимости от времени их выполнения, стоимости превентивных мероприятий. При подготовке рекомендаций необходимо:

– уточнить цели управления [20]: экономические (уменьшение ущерба, повышение эффективности работы объектов), социальные (риск, размер доходов, надёжность работы систем жизнеобеспечения), экологические (объём капиталовложений в охрану окружающей среды, уменьшение уровня загрязнения), политические (объёмы трансграничного переноса загрязнения, забор воды в верховьях рек, находящихся на территории другой страны);
– определить возможные рекомендации;
– описать выгоды и издержки использования рекомендаций.

При подготовке рекомендаций необходимо ответить на следующие вопросы. Существуют ли какие-нибудь рекомендации для сложившихся ситуаций? Что произойдёт, если никаких действий не будет предпринято? Какой тип мероприятий нужен (оперативные, тактические или стратегические)? Каковы результаты и ограничения есть в предложенных рекомендаций? Какова стоимость предлагаемых мероприятий? Какой ущерб может быть предотвращён?

После выбора варианта решений необходим последующий мониторинг их выполнения. Каким образом будет осуществляться практическое применение выбранного варианта? Какие органы и организации ответственны за его реализацию? Как будет осуществляться мониторинг выполнения решений? Каким образом будет осуществляться последующая оценка эффективности выполненных решений?

3.2 Модель воздействий опасных природных явлений на социально-хозяйственную деятельность

3.2.1 Взаимодействие окружающей среды и социально-хозяйственной деятельности

Для заблаговременного предупреждения и реагирования на сложившиеся природные ситуации необходима оценка воздействий на население и

предприятия при прохождении явления с учётом возможного ущерба от воздействий на население и предприятия. Необходимо собрать максимально возможный список воздействий, которые угрожают населению, объектам жизнедеятельности населения и экономики.

ОПЯ воздействуют на хозяйственную деятельность, нарушая её устойчивость и целостность, и наоборот, деятельность предприятий воздействует на окружающую среду, нарушая её нормальное состояние. Поэтому нужно заранее знать, как можно больше о характере таких воздействий, условиях их появления и протекания, возможных негативных последствиях и мерах по предотвращению последних.

Можно выделить девять ситуаций взаимодействия окружающей среды и объектов экономики. Схематически они представлены на рисунке 3.2.

Ситуация № 1 – это стандартная ситуация воздействия окружающей среды на деятельность предприятия. Ситуация № 2– это когда воздействия окружающей среды на деятельность предприятия провоцируют обратное воздействие деятельности предприятия на окружающую среду. Ситуация № 3 определяет только воздействия предприятия на окружающую среду. Ситуация № 4 определяет воздействия предприятия на окружающую среду, которые уже провоцируют обратное воздействие на деятельность предприятия. Ситуация № 5 определяет эффект «домино», когда одно ОПЯ провоцирует другое явление. Ситуация № 6 определяет эффект «домино» в чисто технической сфере, когда одна авария провоцирует другие аварии. Ситуации № 7–9 отличаются также и тем, как соотносится время проявления для ситуаций в окружающей среде (**Тпс**) и в деятельности предприятия (**Тсхд**). В ситуации № 7 **Тпс** и **Тсхд** пересекаются (практически одновременно происходят); в ситуации № 8 – **Тсхд** раньше **Тпс** (превентивные мероприятия до ОПЯ); в ситуации № 9 – **Тсхд** позже **Тпс** (ликвидация последствий после ОПЯ). Три последних ситуации определяют характер взаимодействия между окружающей средой и деятельностью предприятия. Они иллюстрируют ситуации с функциональным воздействием на окружающую среду или на деятельность предприятия, целью которых является обеспечение устойчивости деятельности по отношению к ОПЯ.

Анализ пространственных границ воздействия ситуаций взаимодействия ОПЯ и социально-хозяйственной деятельности показывает, что взаимодействие определяется наличием, сочетанием, направлением воздействий, а также уменьшением или активизацией воздействий во времени. Схема проведения работ по оценке воздействия среды на объект экономики включает следующие этапы:

- выявление деятельности предприятия, на которую воздействуют явления;
- оценка ущерба от воздействий;

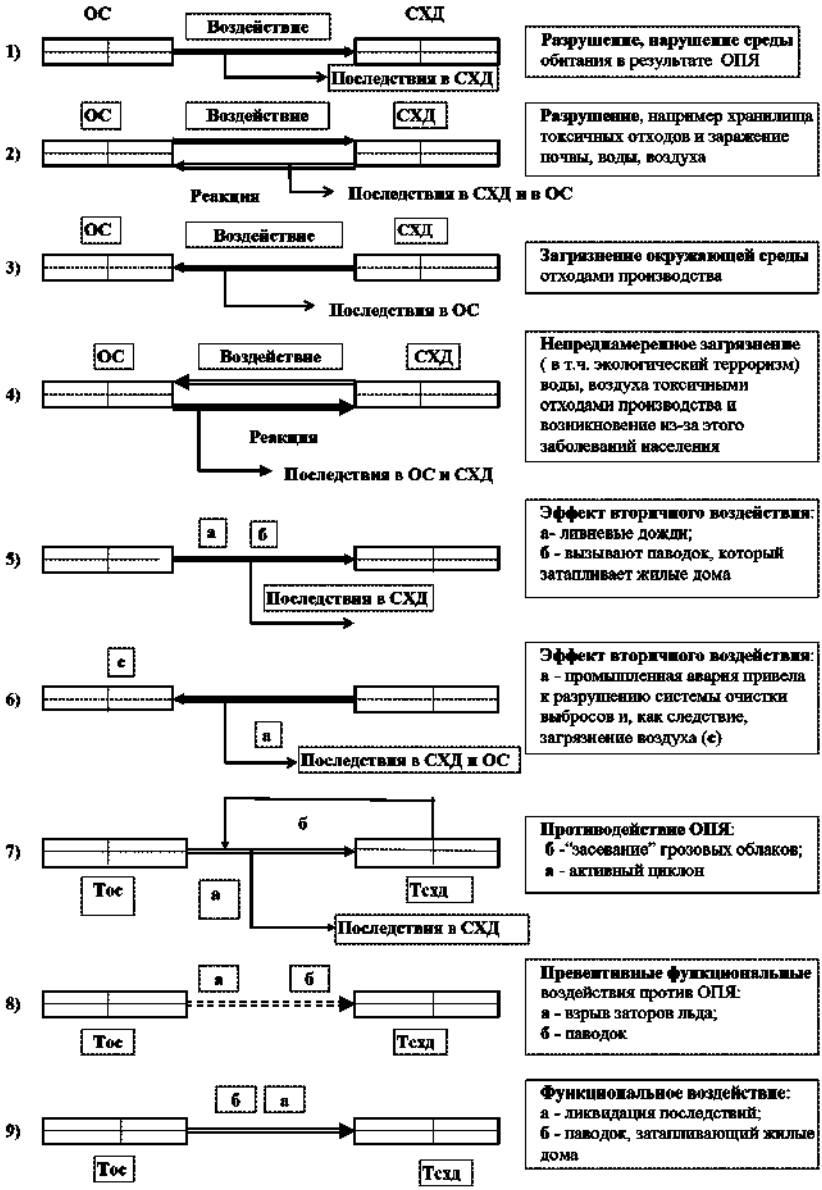

Рисунок 3.2 – Реализация взаимодействия окружающей среды (ОС) и деятельности предприятий (СХД)

– экспертиза документов, консультирование руководителей;

– разработка программного обеспечения, позволяющего повысить эффективность оценки воздействия с помощью моделирования воздействий и принимаемых решений.

Процедуру оценки воздействий ОПЯ необходимо сделать обязательной для всех объектов экономики, выполнение превентивных мероприятий должно стать частью обязательной процедуры подготовки к опасным явлениям. Для оценки воздействия должны привлекаться организации, занимающиеся исследованиями окружающей среды.

3.2.2 Географические характеристики опасных природных явлений

Свойства ситуации, характеризующие географию, имеют разный уровень пространственного представления для ситуаций предпосылки возникновения явления и последствий. Географическая область, как свойство ситуации, очень важна, поскольку она зачастую предопределяет и сам факт возникновения ОПЯ определённого типа (например, морское наводнение в устье реки) и возможные последствия в результате явления (например, отложение ила в районе затопления). Это понятие простирается от региона «Северный Ледовитый океан», «Арктическая зона РФ», «горные районы» до уровня населённых пунктов, транспортных пунктов (аэропорт, морской порт) и даже отдельных производственных кварталов. В базе данных это могут быть конкретные значения типа название станции, порта, моря. Кратко определим классификационную схему описания географической области.

В качестве географических районов выступают глобальные районы: «Земной шар», «Мировой океан»; континенты – «Азия»; океаны – «Северный Ледовитый океан»; природные ландшафты – «тундры», «низменности», «реки». Географический район может иметь конкретные значения на любом уровне классификационной системы (например, «бассейн Баренцева моря», «побережье Карского моря»). Эти же свойства характеризуют географическую сферу воздействия окружающей среды на деятельность предприятий, и совсем не обязательно, чтобы в одной и той же ситуации одно значение свойства, например, «населённый пункт» фигурировало и как экземпляр географической области и как компонент социально-хозяйственной деятельности. Иногда в рамках населённого пункта необходимо указать адрес предприятия. Акваториями могут быть открытое море, заливы, бухты, устья рек, внешний рейд, портовые пространства.

Для отображения в БД различных типов географических областей необходимы дополнительно, кроме самого значения географической области, хранить атрибут «Тип географического объекта» (морские районы, горы,

низменности и др.). Таким образом, любую географическую область можно описать двумя атрибутами – «Тип географической области» и «Значение» (**тип**: морские районы; **значение**: море Лаптевых). Для указания типа географической области должны использоваться классификаторы стран (международный стандарт ИСО), субъектов РФ (общероссийский классификатор), города, морские районы (стандарт IHB) и др.

3.2.3 Предпосылки опасных природных явлений

ОПЯ приводят к различным воздействиям, как по характеру, так и по масштабу. Это зависит от предпосылок (причин) явления. Основная разница состоит в **социально-хозяйственных** предпосылках, в которых происходило воздействие явления на деятельность предприятия. Предпосылки опасных воздействий называются **условиями** воздействия, чтобы отличать их от причин возникновения ОПЯ (которые можно было бы назвать условиями возникновения). Условия могут относиться как к природным сферам, так и к сферам деятельности. В свою очередь, предпосылки возникновения явления следует искать не только в сферах окружающей среды, но и в сферах деятельности (например, оползни возникают очень часто в результате строительных работ на склонах возвышенностей, здесь причиной является состояние грунта, а предпосылками – проведение строительных работ).

Знание предпосылок (антропогенного, так и естественного происхождения) возникновения явлений может позволить в принципе реализовать такое функциональное воздействие на деятельность или окружающую среду, которое нужно либо предотвратить, либо уменьшить масштабы последствий. Так, например, зная отдалённые предпосылки, приводящие к старению или коррозии материалов конструкций, сооружений и снижению их физико-механических характеристик, можно при проектировании усилить эти конструкции или при эксплуатации увеличить число профилактических мероприятий. Предпосылками могут быть также проектно-производственные дефекты сооружений, уменьшающие надёжность сооружений, воздействия природных процессов на материалы сооружений.

При интерпретации результатов оценки многие важные воздействия и последствия не всегда могут быть определены количественно, так как отсутствует общая база для сравнения различных типов воздействий. Характеристики последствий в сообщении наряду с конкретными значениями (например, «погибло столько-то») содержат общую качественную оценку, например, «большой ущерб портовому хозяйству». ОПЯ приводят к различным воздействиям (как по характеру, так и по величине – масштабу), если отличаются социально-хозяйственные условия, в которых происходило воздействие.

Необходимым условием ОПЯ является совпадение (пересечение) местоположений деятельности и проявления явления; **достаточным условием** является превышение пороговых значений показателей явления (мощности, скорости, силы или любой другой величины порога чувствительности объекта) над уровнем устойчивости объекта к воздействию данного типа. Каждый конкретный материальный (вещественный) объект можно характеризовать уровнем устойчивости по отношению к воздействию явлений конкретного типа. Будем говорить о **норме совместимости объекта** по отношению к ОПЯ конкретного типа. Задача обеспечения устойчивости деятельности предприятия в условиях воздействия потенциально опасного явления состоит в совершенствовании норм совместимости по отношению к явлению (повышение сейсмоустойчивости зданий, ветроустойчивости ЛЭП, помехоустойчивости линий связи и др.). Подобно тому, как пороговые значения показателей явления (скорости ветра, температуры воздуха и т.д.), характеристики устойчивости объектов (влагоустойчивость, морозоустойчивость, засухоустойчивость, пожароопасность, ветроустойчивость, волноустойчивость, комфортность или суровость климата) по отношению к внешним воздействиям являются свойствами объектов. Можно говорить об универсальном свойстве объектов: «устойчивость по отношению к воздействиям явлений». Значение этого свойства играет ту же роль, что и значение порогового значения показателя (скорость ветра, количество осадков, уровень воды и т.п.) в ситуации взаимодействия деятельности предприятий и опасного явления. Пороговые значения показателей, определённые для каждого объекта экономики, можно рассматривать как значения свойств природных сфер, которые можно было бы обозначить как «устойчивость к воздействию» тех или иных явлений. Они выполняют функцию **норм совместимости с ОПЯ**. Поэтому для каждого объекта необходимо определить нормы совместимости с опасным явлением. При этом выделяются минимально допустимые значения показателей окружающей среды, позволяющие безопасно производить работы в определённых видах деятельности.

3.2.4 Социально-хозяйственные ситуации

Деятельность предприятий в пространстве и во времени можно описывать как социально-хозяйственную ситуацию по аналогии с ситуацией возникновения ОПЯ. Например, «разгрузка в порту» служит подобной ситуацией. Потенциально-опасная ситуация возникает при взаимодействии явлений и деятельности предприятия. Составляющими деятельности являются производство,

жизнеобеспечение, потребление, хранение отходов производства, жизнеобеспечения. Давление деятельности на окружающую среду представляется загрязнением воздуха, воды, почвы в процессе производства. Воздействия окружающей среды на процессы (и ресурсы) производства, жизнеобеспечения, потребления, хранения состоят из неспровоцированных воздействий ОПЯ и спровоцированного воздействия человеческой деятельности, например, в виде снижения биопродуктивности от загрязнения окружающей среды. Концепция устойчивости деятельности предприятия при изменении окружающей среды означает, что существует предел для нагрузки на окружающую среду каждого вида ресурсов, которые могут быть потреблены без потери устойчивости окружающей среды; предел воздействия каждого типа на окружающую среду, при превышении которого наступают необратимые изменения в ней. Стратегия устойчивости состоит в установлении квот на потребление ресурсов, строгом контроле за этим с помощью системы экологического мониторинга. В окружающей среде есть ресурсы, которые непосредственно не участвуют в потреблении, жизнеобеспечении, но сохранение которых прямо связано с устойчивостью окружающей среды. Это ресурсы флоры и фауны, обеспечивающие биологическое разнообразие. Поэтому воздействие промышленности на окружающую среду также нужно учитывать в базе знаний, как отдельные ситуации.

Оценка воздействия окружающей среды на объекты экономики предназначена для выявления характера, интенсивности и степени опасности влияния ОПЯ на деятельность предприятия и здоровье населения. На этапе оценки, кроме пороговых значений, анализируются количественные показатели воздействия, а именно:

– **интенсивность воздействия** – максимальное или минимальное значения показателей явления, например, максимальная скорость ветра или минимальная видимость;

– **тенденция** – скорость, величина и направление изменения показателей;

– **интегральные характеристики состояния окружающей среды**, например, количество выпавших осадков (жидких и твёрдых) за определённый период времени;

– **потоки энергии, вещества** – количество тепла, солей, воды, проходящих в единицу времени между различными сферами Земли или через определённый площадной срез (сечение реки, разрез в океане и др.);

– **периодичность воздействия во времени** (дискретное или непрерывное воздействие);

– **длительность воздействия** (например, время пребывания в радиоактивной зоне).

Анализ пространственных границ взаимодействия ОПЯ и деятельности предприятия показывает, что классы взаимодействия определяются наличием, сочетанием и направлением воздействий, а также соотношением воздействий во времени.

В области экологии уже накоплен большой опыт по оценке воздействия загрязнения на окружающую среду (ОВОС). В настоящее время осуществляется реформа механизмов экологического регулирования. В её основу, в соответствии с практикой развитых стран, положена «приемлемо малая величина риска» — минимально возможные для конкретных отраслей реального производства, уровни негативного воздействия на окружающую среду, достижимые при использовании «лучших имеющихся технических средств» («best available techniques», BAT). В России этот термин получил наименование «наилучшие доступные технологии» (НДТ). В 2014 году в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» внесены существенные изменения и дополнения [58, 59, 75]. Введено определение понятия НДТ. Предусмотрено разделение объектов, оказывающих воздействие на окружающую среду, в зависимости от уровня воздействия на четыре категории. Требования в области охраны окружающей среды дифференцируются в зависимости от категории объекта. Предусмотрена возможность установления технологических нормативов, определяемых информационно-техническими справочниками по НДТ. Уточнён порядок установления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду. Определена возможность государственной поддержки деятельности в целях охраны окружающей среды и дан перечень мероприятий, при реализации которых она может осуществляться. Отрегулированы вопросы государственного учёта объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Пространственно-дифференцированное регулирование хозяйствования по экологическим основаниям в настоящее время осуществляется в рамках общегосударственной системы управления развитием — территориального планирования, регулируемого Градостроительным кодексом Российской Федерации. В соответствии с этим документом территориальное планирование направлено на определение назначения территорий, исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов. В общих своих положениях Градостроительный кодекс предусматривает учёт экологических факторов при выработке и установлении нормативов хозяйственного освоения территорий. Фактически это направление деятельности направлено на **управление состоянием окружающей среды**. Для организации работ по внедрению систем управления окружающей средой (СУОС) разработана серия международных стандартов ISO 14000:

ИСО 14001:2015. СУОС. Требования и руководство по применению;

ИСО 14004:2017. СУОС. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования;

ИСО 14010:1996. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы;

ИСО 14011:1996. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита систем управления окружающей средой;

ИСО 14012:1998. Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии;

ИСО 14031:2013. Оценивание экологической эффективности. Общие требования;

ISO 14090:2019. Адаптация к изменению климата. Принципы, требования и руководящие указания.

Если оценка воздействия на окружающую среду проводится только для определённого списка объектов [75, 104], то оценка последствий ОПЯ должна проводиться для всех объектов, где работают или живут люди.

3.2.5 Взаимодействие опасных природных явлений и социально-хозяйственной деятельности

Всякое взаимодействие явлений и деятельности предприятия протекает в условиях, которые являются внешними по отношению к нему, но которые могут прямо или косвенно влиять (положительно или негативно) на конечные результаты деятельности. Так, слабые осадки сами по себе не являются факторами риска, но в сочетании с выбросами SO_2 (внешние условия) они вызывают кислотные дожди, которые уже представляют опасность для сельского хозяйства. Аналогично ветер (со скоростью < 15 м/с) не считается опасным явлением, но в сочетании с токсичными выбросами в атмосферу (внешние условия) может значительно увеличить масштабы загрязнения воздуха мелкими частицами.

Для прогнозирования воздействий ОПЯ на население и промышленные предприятия определяется тенденция изменения значений показателей во времени. При этом непрерывное определение тенденций очень важно, так как по ним можно судить об усилении или уменьшении воздействия. Источниками информации для прогнозирования воздействий являются исторические данные, климатические оценки показателей, текущие тенденции показателей.

Схема «Ситуации опасного воздействия ОПЯ на деятельность предприятия» представлена на рис. 3.3.

Рисунок 3.3 – Ситуация потенциально опасного воздействия (ПОВ) явлений на деятельность предприятия

Центральными элементами в представленной ситуации являются два блока – потенциально опасная ситуация и потенциально опасное воздействие. Потенциально опасная ситуация включает в себя (в общем случае), кроме хронологической и географической характеристик ситуации, собственно порождающие ситуацию ОПЯ и потенциально опасный объект воздействия. Потенциально опасные ситуации могут именоваться в соответствии с названиями порождающих их явлений («ливень в городе», «наводнение в морском порту», «сильный гололёд на автотрассе» и т. д.). Базовые элементы потенциально опасной ситуации могут (но вовсе не обязательно) иметь свои условия возникновения явления, пороговые значения показателей явления (эти значения, обуславливают пороговый характер воздействия), нормы совместимости потенциально опасного воздействия с явлениями.

Ситуация опасного воздействия по отношению к потенциально опасной ситуации играет роль «дочернего» фрагмента ситуации. Более точно, с каждым экземпляром потенциально опасной ситуации может быть связано несколько экземпляров ситуации опасного воздействия. Это соответствует тому обстоятельству, что и в фактических ситуациях воздействия явления на конкретный фрагмент деятельности можно выделить несколько типов воздействий. Тем более это справедливо, когда с одним типом потенциально опасной ситуации

связано множество типов воздействий, относящихся к разным объектам воздействия. В ситуации опасного воздействия, относящейся к конкретному типу явления (например, «наводнение в порту»), могут быть связаны различные варианты «дочерних» ситуаций:

– один тип воздействия – несколько объектов или видов деятельности, например, скорость ветра влияет на портовые краны и возможности погрузки-разгрузки, движение судов в порту;

– один тип воздействия – один объект воздействия – несколько последствий опасного воздействия, например, высокий уровень моря влияет на деятельность порта (возникают трудности швартовки, возможно сильное раскачивание груза при погрузке-разгрузке судов кранами, судно бьётся о причал);

– несколько типов воздействия – один или несколько объектов воздействия и самые разнообразные сочетания, приводящие к разным последствиям этой ситуации, например, наводнение, приводит к отрыву судов от причала, выбросу их на берег, затоплению прибережных зданий, поломке причалов, подмоканию грузов на складах.

Пока ещё недостаточно исследован характер развития воздействий различных явлений на промышленные объекты. Чаще всего он представляется моментально возникающим разрушительным процессом, например, молния попадает в дом и возникает пожар; сильный ветер валит деревья, которые падают на линии электропередач, прерывается передача электроэнергии в жилые дома и предприятия. Большинство же ОПЯ развивается постепенно (например, землетрясениям предшествуют геологические процессы, вызывающие напряжение в земной коре, накапливающееся годами; цунами предшествует землетрясение и резкое падение уровня воды, а потом резкое повышение уровня моря; усилению ветра предшествует падение атмосферного давления в течение нескольких часов). Поэтому прогноз воздействий должен опираться на причины возможных явлений.

Таким образом, требуется: своевременная диагностика условий возникновения аварийных ситуаций, связанных с опасным явлением, на основе использования климатической вероятности явлений, краткосрочных и долгосрочных прогнозов явлений; повышение устойчивости объектов к воздействию явлений за счёт уменьшения влияния человеческого фактора; своевременное выявление и замена изношенного оборудования; создание автоматических средств диагностики показателей ОПЯ и отключения опасных технологий и процессов (организация профилактики возникновения аварийных ситуаций на производстве).

3.3 Систематизация воздействий

3.3.1 Анализ воздействий

Воздействия отличаются для различных объектов, стадий их ЖЦ, поэтому при указании опасности воздействия необходимо указывать объекты воздействия: здания и оборудование, население, животный мир, растительность и т.п.

Наиболее часто используются следующие показатели оценки результатов воздействия ОПЯ на деятельности предприятий – средние по времени и пространству характеристики ущербов от различных явлений для каждого предприятия; процент территории, подверженной воздействию того или иного явления; частота или вероятность явления; средний ущерб за год для каждого явления; частота появления явления на определённой территории – количество явлений в год; процент территории, подверженной воздействию опасного явления; средний материальный ущерб от явлений за год для определённой территории; средний материальный ущерб за один инцидент для определённой территории, например, среднее количество разрушенных домов на один инцидент; индивидуальный риск летального исхода, связанный с опасными явлениями; индивидуальный риск здоровью из-за опасного явления; частота появления каждого источника опасности на определённой территории; процент территории, подверженной воздействию явления; среднее количество летальных исходов или травм, заболеваний людей от экологических опасностей за год; среднее количество павших и заболевших голов домашнего скота; средний материальный ущерб от конкретной опасности за год для определённой территории; средний материальный ущерб за один инцидент для определённой территории; среднее количество погибших или заболевших в результате ОПЯ в год на данной территории.

Результаты воздействия явлений на некоторый объект могут привести к эффекту «домино» и соответственно к повышению опасности проживания, работы людей или увеличению ущерба. Например, сильные осадки (ливень) создают большой сток в горных реках, который, в свою очередь, приводит к разрушению берегов рек. Последнее вызывает сели, которые приводят к разрушениям систем жизнеобеспечения (тепло- , газо- , водопроводов, передачи электроэнергии), что может привести к пожарам. Землетрясения инициируют цунами, оползни, создают запруды, возникают пожары. Прорыв созданных запруд приводит к селям, наводнениям. Мощный циклон, проходящий над горными районами, даёт много осадков слабой интенсивности в бассейне рек, идущих в течение нескольких

дней. Осадки приводят к переувлажнению почвы, разжижают почву. Почва, отрываясь от горных склонов, образует оползни, сели, подпруды, наводнения. Оползни, сели, наводнения разрушают жилища, затопляют сельхозугодия. Всё это вместе может привести к гибели людей, материальному ущербу.

Одним их показателей глобального потепления является повышение средней температуры воздуха на планете, то есть это высоко агрегированная величина во времени и пространстве. Глобальное потепление (или похолодание) можно рассматривать также как любое ОПЯ в процессе развития (прогноз, текущая ситуация, что произойдёт после потепления) и возникновения эффекта «домино» (приводит к другим последствиям, которые могут рассматриваться отдельно) (рис. 3.4). Поэтому оценка связи между климатическими последствиями должна быть включена в описание ситуации.

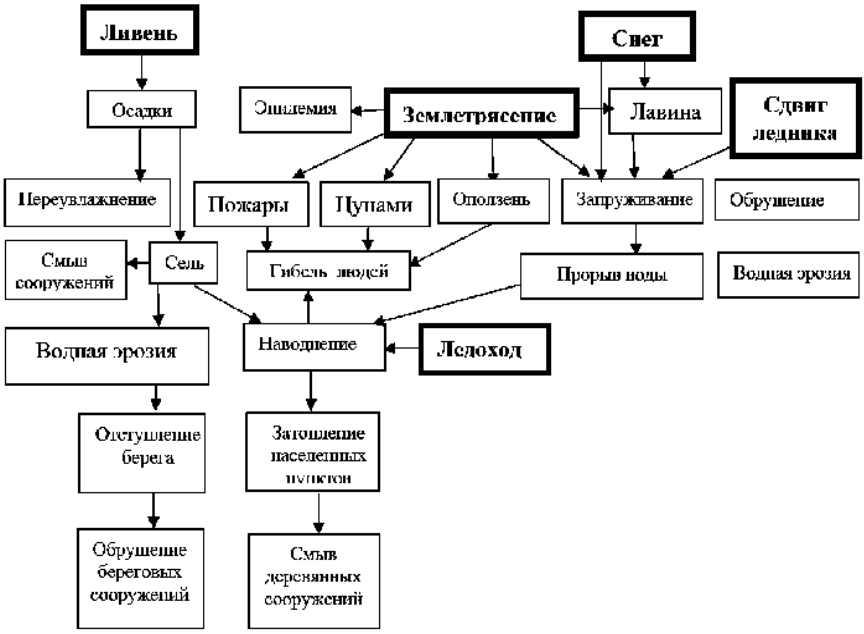

Рисунок 3.4 – Эффект «домино» от различных ОПЯ

Обычно воздействие на объект зависит не от одного, а от нескольких явлений природы. При этом влияние каждого из них существенно зависит от того, каковы значения показателей, характеризующих эти явления. Например, выбор места строительства порта зависит от вероятности проявления пороговых значений ветра, ледовых условий, течений, уровня воды. Следовательно,

необходима информация о совместной вероятности различных явлений. Предпочтительнее найти показатель, который бы вместе с характеристиками объекта определял влияние среды на него. Вместо вероятностей высоты волны, скорости ветра можно взять характеристику вероятности шторма определённой силы; количество дней с температурой воздуха больше 25 °С в течение > 20 дней и влажности воздуха < 25 % (засуха). Часто в качестве влияющих факторов выступают экстремальные значения того или иного параметра, например, вероятность штормов при скорости ветра более 20 м/с, высот волн > 5 м.

Воздействие условий среды на объект носит не статический, а динамический характер. Это означает, что одно и то же значение влияющего параметра может сказываться на объекте по-разному в зависимости от того, какие значения принимал этот параметр раньше. Некоторые гидрометеорологические параметры связаны друг с другом, поэтому при отсутствии одних параметров можно использовать другие, связанные с ним. Например, расход воды в реке можно оценивать по скорости течения или по уровню воды.

Целью оценки воздействия является определение значимых последствий, которых можно избежать, смягчить или компенсировать путём проведения превентивных мероприятий. При этом надо учитывать силу и продолжительность воздействия. Ключевые элементы оценки значимости воздействия включают в себя:

– уровень общественного интереса;

– научные и профессиональные суждения;

– степень влияния на социальные ценности и качество жизни;

– практики и технологии для смягчения или предотвращения последствий;

– учёт международных, национальных, региональных или местных соглашений.

К геополитическим последствиям изменения климата относится, например, открытие сквозного судоходства по Северному морскому пути с возможностью круглогодичной навигации; строительство новых портов; появление возможностей транснациональных переброс стока рек в регионы, страдающие от недостатка воды в результате потепления климата.

Социально-хозяйственная ситуация определяет следующий аспект систематизации: производство, жизнеобеспечение, потребление, хранение, рис. 3.5. Системы производства делятся на судостроение, автомобилестроение, производство энергии, товаров, сельскохозяйственных продуктов. Жизнеобеспечение – это поддержка средств потребления (воды, воздуха, электроэнергии, газа, тепла). Окружающая среда влияет на потребление товаров, продуктов, услуг, энергии,

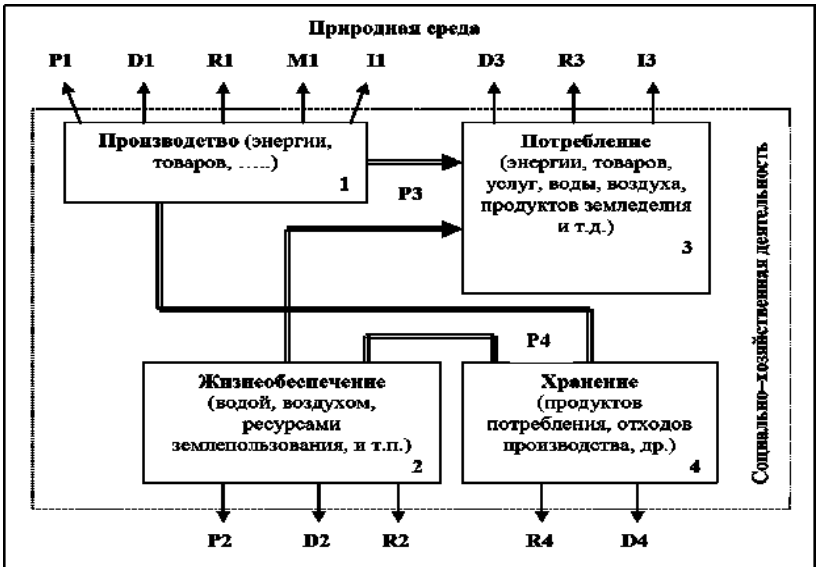

*Рисунок 3.5 – Схема воздействия деятельности предприятия на окружающую среду (**P** – загрязнение; **R** – ухудшение природных ресурсов; **D** – динамические воздействия; **M**– механические воздействия; **I** – информационные воздействия)*

воды, воздуха, газа, бензина, продуктов земледелия. Хранение работает с продуктами и товарами потребления, отходами производства, другими.

На схеме фрагмент деятельности – «жизнеобеспечение» выделен отдельно, хотя в принципе его можно было бы рассматривать внутри фрагмента «производство». Это сделано потому, что объект воздействия внешней среды на этот фрагмент деятельности может иметь принципиально отличные от других фрагментов последствия, а именно – непосредственная угроза безопасности населения.

Аспектом классификации объектов воздействия является «функциональная роль» в деятельности (рис. 3.6): субъект функциональной деятельности; объект (исходный или итоговый продукт); средство функциональной деятельности. Неблагоприятные воздействия явлений на элементы деятельности можно свести к следующим типам: ухудшение (исчезновение) свойства объекта или функционального процесса; появление нового (неблагоприятного) свойства объекта или процесса; прерывание (приостановка) процесса. Для определённости будем элементы последнего списка именовать «типом воздействия», а конкретные проявления воздействий (обрыв проводов, разрушение-исчезновение объекта, например, дамбы) собственно «последствиями».

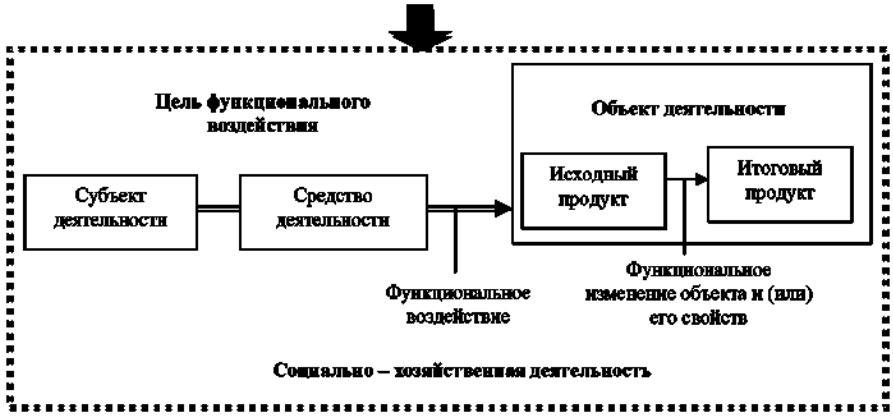

Рисунок 3.6 – Модель воздействия

Следует также различать непосредственные последствия воздействия (например «подмокание грузов») и опосредствованные последствия воздействия (например «ущерб» в результате подмокания грузов). Часто в сообщениях об ОПЯ в качестве последствий указывают «ущерб» от «неблагоприятных условий», сложившихся на территории распространения явления. Например, плохо закреплённые у берега маломерные суда может оторвать сильным ветром от берега и унести вниз по течению реки или в открытое море.

Традиционные методы наблюдений и обработки информации о состоянии окружающей среды иногда создают представление о неожиданности воздействий. Поэтому необходимо в СППР использовать прогностические значения параметров. Не все связи условий среды и приносимого ущерба существенны. При учёте одного параметра, например, уровня моря, можно и опоздать с принятием решений, а при учёте атмосферного давления, направления и скорости ветра, волнения, траектории движения циклона, глубин – этот момент можно учесть. В то же время такой параметр, как температура воздуха очень зависит не только от условий среды в рассматриваемом районе (низина, возвышенность), но и от явлений, происходящих вдали на сотни, а иногда и тысячи км. Наблюдение за неправильно выбранными переменными может показать отсутствие изменений, в то время как резкое изменение угрожающе близко. Например, по значению атмосферного давления не всегда можно сказать о приближении циклона, но если давление быстро падает, то это означает приближение циклона. Или землетрясение может спровоцировать цунами за тысячи км от его эпицентра.

Оценку возможных воздействий явлений на население и объекты экономики необходимо проводить в соответствии со следующими принципами:

– обязательность оценки воздействия явлений на все объекты экономики;

– обеспечение допустимого риска от явлений, исходя из требований безопасности проживания населения или деятельности объекта;

– снижение негативного воздействия явлений на население и объекты экономики, в соответствии с нормативами допустимого воздействия, которого можно достигнуть на основе использования наилучших доступных превентивных мер с учётом экономической целесообразности их использования;

– выполнение превентивных мероприятий должно стать обязательной частью процедуры подготовки к опасным явлениям.

Для оценки воздействия явлений должны привлекаться организации, занимающиеся исследованиями окружающей среды. При оценке воздействия должны использоваться анкеты, матрицы решений, цепочки воздействий, моделирование.

Своевременное проведение реконструкции инфраструктуры предприятий и проведение стратегических мероприятий дают возможность уменьшить риск ОПЯ и повысить адаптационный потенциал [86]. Для уменьшения риска необходимо создание систем заблаговременного предупреждения (информирования) населения о явлениях различными средствами связи; управления земельными ресурсами, включая пространственное планирование землепользования; эффективного управления экосистемами и их восстановления. К другим минимизирующим ущерб мерам относятся: совершенствование надзора за состоянием здоровья населения, водоснабжения, санитарных условий, а также ирригационных и дренажных систем; совершенствование защиты инфраструктуры систем жизнеобеспечения населения; разработка и обеспечение соблюдения СНиП.

3.3.2 Классификация воздействий

Учитывая огромную сложность характера воздействий, множество ОПЯ и их показателей, предлагается развить классификацию воздействий. В соответствии с ГОСТ Р 22.0.06-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях: источники природных чрезвычайных ситуаций, поражающие факторы, номенклатура параметров поражающих воздействий» определены поражающие факторы различных явлений, которые использованы при классификации воздействий.

Важнейшим для классификации воздействий является основание систематизации – «Характер опасного взаимодействия». Здесь выделяются

воздействия антропогенного (техногенного) и естественного характера, то есть природного происхождения. Основанием классификации воздействий может служить временной лаг воздействия и его учёт на различных этапах ЖЦ объектов экономики. По временному лагу воздействия могут быть:

– возможными отдалёнными (отложенными) негативными воздействиями, которые учитываются при проектировании и выводе объектов экономики из эксплуатации;

– возможными ближайшими негативными воздействиями (при прогнозе явления), которые учитываются при строительстве и эксплуатации объектов экономики;

– непосредственными воздействиями (при прохождении явления), которые учитываются при строительстве и эксплуатации объектов экономики;

– выявленными после прохождения явления (учитываются при поисково-спасательных и аварийно-восстановительных работах).

Воздействия не всегда являются непрерывными. Они могут происходить внезапно через некоторое время спустя после начала или даже окончания ОПЯ за счёт инерции в развитии и отставании во времени проявления воздействия. Этот временной фактор необходимо учитывать путём придания важности возможным последствиям и соответствующего приоритета рекомендациям. Для определения временного аспекта ситуации используются как конкретные даты, так и указание на климатические, фенологические сезоны и т.п. При медленных климатических изменениях экономика может адаптироваться постепенно и безболезненно, и в этом случае можно оптимизировать территориальную организацию производительных сил, в случае же резких климатических изменений необходим режим мобилизационной экономики.

Воздействия ГМУ могут быть положительные и отрицательные. Положительные воздействия связаны с эффективным использованием климатических ресурсов на различных уровнях управления экономикой. На национальном уровне долгосрочный прогноз засух в различных регионах земного шара позволяет заранее оценить возможность продажи по более высоким или покупки зерна по более низким ценам. Долгосрочный прогноз вскрытия припая в Западном и Восточном секторах Арктики по трассе Северного морского пути позволяет заранее оценить возможность завоза грузов для Арктики через порты Белого и Баренцева морей или ДВ-морей. На региональном уровне сверхдолгосрочный прогноз изменения уровня арктических морей позволяет планировать строительство причалов. На локальном уровне краткосрочный прогноз волнения позволяет правильно организовать процесс вылова рыбы

(вовремя снять снасти) или бурения дна на шельфе морей (заранее отключиться от скважины).

Отрицательные воздействия связаны с нарушением жизнедеятельности населения или работы предприятий. Отрицательные воздействия могут быть прямыми, косвенными и кумулятивными. Прямое воздействие относится к изменениям, которые являются результатом непосредственного воздействия ОПЯ на различные объекты (например, разрушение). Косвенное воздействие возникает в результате причинно-следственных последствий взаимодействия между объектом и прямым воздействием. Например, сильный гололёд на проводах ЛЭП приводит к их обрыву, отключает электроснабжение целых районов, что, в свою очередь, может привести к ущербу от простоя производства товаров и услуг. Кумулятивные воздействия приводят к накоплению изменений в результате совместного воздействия нескольких явлений или интенсивности и времени воздействия. Например, обложные осадки в течение нескольких дней приводят к наводнению, что и ливневые кратковременные осадки. Кумулятивные воздействия происходят одновременно или последовательно. Например, затопление и размыв подъездных дорог во время сильных осадков происходят одновременно, а цунами происходят через какое-то время после землетрясения (иногда это часы, если эпицентр землетрясения находится за тысячи километров) и приводят к очень быстрому затоплению больших площадей прибрежной зоны. Кумулятивные воздействия (например, обусловленные изменениями климата) могут накапливаться в течение длительного периода времени и на большом пространстве. Кумулятивные воздействия могут распространяться далеко за пределы периода времени, необходимого для принятия решений.

Влияние условий среды неоднородно в пространстве, поэтому важно определить интенсивность воздействий в различных районах. Кроме того, некоторые эффекты влияния среды не ослабевают с расстоянием, а, наоборот. усиливаются, например, цунами. В открытом океане цунами практически не ощущаются, а у берегов в отдельных районах приносят сильные разрушения.

Последствия воздействий ОПЯ на объекты рассматриваются не только в контексте изменения состояния объектов (может ухудшиться транспортная связь, уменьшиться транспортная доступность населённых пунктов), разрушения собственно объектов (разрушаются мосты), возникновения негативных процессов (гибнет урожай), составляющих их элементов (сносится кровля, разрываются водопроводные трубы), но также и в контексте изменения свойств объектов (снижается механическая прочность материалов, ухудшаются

эксплуатационные характеристики аппаратуры) и свойств процессов (уменьшается вылов рыбы, увеличивается длительность рейса и т.п.).

Классификация воздействий может быть представлена химическими, механическими, теплофизическими, электрическими, магнитными, оптическими, биологическими, акустическими и другими воздействиями. Можно выделить также такие аспекты классификации свойств объектов, как эксплуатационные и потребительские свойства, свойства хранения, способность жизнеобеспечения. Эти аспекты могут выступать и как потребительское свойство, и как эксплуатационное, и как устойчивость материалов при хранении.

Воздействия могут быть непосредственными и опосредованными.

Непосредственные воздействия включают:

1) Аэродинамические: ударная воздушная волна; звуковой удар, ветровой поток, ветровая нагрузка, аэродинамическое давление, вибрация, сильное разряжение воздуха, вихревой восходящий поток, ветровая нагрузка, выдувание и засыпание верхнего покрова почвы, посевов;

2) Акустические: шумовые, ультразвуковые, инфразвуковые, вибрация, потеря ориентации;

3) Биологические воздействия на человека и биоту: действие живых патогенных микроорганизмов (вирусов, бактерий, паразитов, грибов, простейших) и продуктов их жизнедеятельности; действие микроорганизмов (растений и животных); отравление; мутагенное, аллергическое нарушение сообществ; повреждение генофонда; исчезновение нерестилищ, гниение, поражение грибками и жуками-точильщиками; проникновение новых видов животных и растений, чуждых местным сообществам; сведение растительности, деградация лесов, пастбищная дигрессия, сокращение видового разнообразия;

4) Волновые: радиоволновые, ультрафиолетовые, радиационные воздействия;

5) Геологические: изменения рельефа, эрозия;

6) Геофизические: изменение магнитного поля Земли, сейсмические;

7) Геохимические: повышение кислотности вод океана;

8) Гидродинамическое: перемещение – вымывание частиц породы, смещение – обрушение пород, деформация речного русла, удар волны; гидродинамическое давление потока воды, размывание грунтов, затопление территории, снежные заносы, снеговая нагрузка, ветровая нагрузка;

9) Гидростатическое: повышение (понижение) уровня грунтовых вод;

10) Гидрохимическое: загрязнение – засоление почв, грунтов, коррозия подземных металлических конструкций;

11) Гравитационное: деформация земной поверхности, грунтов, смещение – обрушение пород в береговой части, гололёдная нагрузка, гравитационный удар, гравитационное смещение горных пород;

12) Динамическое: сотрясение земной поверхности, деформация земной поверхности, выброс, выпадение продуктов извержения, движение лавы, горных пород, грязевых каменных потоков, смещение горных пород, вибрация;

13) Интеллектуальные: рост психологической инерции, приверженность к догмам и стереотипам, общее снижение интеллектуальных способностей – нарушение логического мышления, памяти, способности к критическому восприятию, способности к творчеству и снижение потребности в нём, искажение информации, то есть способность к её восприятию и обработке, а, следовательно, и к способности ориентироваться в жизни;

14) Климатические: изменения условий жизни и здоровья населения; природно-ресурсные последствия, связанные с истощением и утратой природных ресурсов; последствия, ухудшающие хозяйственную деятельность на территории; ландшафтно-генетические последствия, обусловленные нарушением целостности ландшафтов, утратой генофонда, потерей уникальных природных объектов и др.;

15) Магнитные (электромагнитные): возникновение или потеря намагниченности, изменение магнитного поля Земли, смещение магнитного полюса Земли;

16) Механические воздействия на объект: удары, толчки, перепады давления, инерционные силы, механические напряжения, вибрации, засорение среды мусором, механическое давление селевой массы;

17) Нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки;

18) Оптические: снижение прозрачности атмосферы или гидросферы, ухудшение видимости;

19) Политические воздействия, влияющие на безопасность и жизнедеятельность населения: трансграничный перенос загрязнителей; забор воды, превышающий естественное восполнение в истоках рек, располагающихся на территории других государств;

20) Психофизические заболевания: комплексы, депрессии, конформизм, изменение системы ценностей, снижение волевых качеств, нравственные деформации, физические статические, динамические и нервно-психические перегрузки;

21) Сейсмические: удар, деформация горных пород, взрывная волна, гравитационное смещение горных пород;

22) Социальные: разрушения различных связей между людьми – родственных, дружеских, профессиональных, трудовых, нарушение структуры общества, проявление разного рода дискриминаций – национальной, расовой, религиозной, половой, возрастной;

23) Тепловые термические воздействия: нагрев – перегрев почвы, воздуха, тепловые перепады – градиенты в пространстве и во времени, охлаждение – переохлаждение, замерзание, пожары, обледенение, охлаждение почвы, воздуха, иссушение почвы;

24) Теплофизические воздействия: лава, пар, газы, снижение видимости – помутнение воздуха, пламя, нагрев тепловым потоком, тепловой удар;

25) Физические воздействия на человека: травмы, нарушение здоровья, снижение иммунитета, профессиональные болезни, ухудшение самочувствия, снижение продолжительности жизни (повышенный уровень шума, вибраций, звуковых колебаний, повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны); столкновения, опрокидывания, сжатия, навалы, заносы для динамических объектов; затопление, осушение, снос, нанос, ухудшение видимости, прозрачности, грозовые разряды, разрушение конструкций, повышение запылённости и загазованности воздуха, повышение или понижение температуры поверхностей оборудования, материалов, повышение или понижение температуры воздуха рабочей зоны, повышение уровня инфразвуковых колебаний, повышение уровня ультразвука, повышение или понижение барометрического давления и его резкое изменение, повышение или понижение влажности воздуха, повышение или понижение подвижности воздуха, повышение или понижение ионизации воздуха, повышение уровня ионизирующих излучений в рабочей зоне, повышение значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышение уровня статического электричества, повышение уровня электромагнитных излучений, повышение напряжённости электрического поля, повышение напряжённости магнитного поля, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещённость рабочей зоны, повышение яркости света, понижение контрастности, повышение пульсации светового потока, повышение уровня ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; движущиеся машины и механизмы (гололёд, грозы, аномальная температура воздуха);

26) Химические: изменение химических свойств среды, разложение веществ, коррозия, синтез вредных веществ, каталитические и ингибиторные реакции, недостаток тех или иных веществ, нарушения химического равновесия, нарушения

нормального химического взаимодействия – обмена веществ, растворение, смешение жидкостей, выщелачивание, разрушение структуры пород, опасные дымы, загрязнение атмосферы, почвы, грунтов, гидросферы, токсические, раздражающие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию;

27) Экологическое: отравление, уменьшение биоразнообразия, ухудшение условий проживания, засорение окружающей среды вредными и ненужными веществами, обеднение её веществами, необходимыми для существования биогеоценозов, радиологическое, тепловое загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение морей и океанов; истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение морей и океанов, дна, почв; интенсификация неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов, нарушение рельефа и геологического строения – вулканы, землетрясения, оползни, водная и ветровая эрозия; дефляция, вторичное засоление, заболачивание; опустынивание, снижение биоразнообразия;

28) Экономические: ущерб, ухудшение экономических условий;

29) Электрические: действие электрического поля, молний, электрического тока;

30) Эмоциональные: стрессы, снижение удовлетворённости жизнью, нарушение эмоционального баланса.

Воздействие человека на природу можно разделить на разрушительное; прямое и косвенное; преднамеренное и непреднамеренное; длительное и кратковременное; статическое и динамическое; площадное и точечное; глубинное и приповерхностное; глобальное, региональное и локальное.

Разрушительное (деструктивное) воздействие – человеческая деятельность, ведущая к утрате окружающей средой своих полезных человеку качеств. Например, сведение лесов под пастбища или плантации, в результате чего нарушается биогеохимический круговорот веществ, и почва за два-три года теряет своё плодородие.

Прямое (непосредственное) воздействие – изменение природы в результате прямого воздействия хозяйственной деятельности человека на природные объекты и явления. Косвенное (опосредованное) воздействие – изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственной деятельностью человека.

Непреднамеренное воздействие является неосознанным, когда человек не предполагает последствий своей деятельности. Преднамеренное воздействие является осознанным, когда человек ожидает определённые результаты своей деятельности.

Опосредованные воздействия включают:

– естественное ухудшение состояния среды: загрязнение сфер сельскохозяйственных растений, ухудшение их состава и свойств, снижение плодородия почв от вулканов; сокращение пригодного для жизни пространства при повышении уровня океанов;

– нарушение нормального функционирования биогеоценотических сообществ, равновесия: повышение мутагенной активности, эволюция видов в нежелательном направлении, размножение вредных видов, сокращение полезных видов, появление новых факторов отбора, нарушающих и обедняющих биогеоценозы, биоповреждения в результате изменения климата;

– обеднение источников сырья в результате деятельности человека;

– антропогенное процессы: деятельность человека, связанная с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других его интересов, вносящая физические, химические, биологические и другие изменения в природную среду, стимулирующая вредные эффекты (взрывные и буровые работы, устройство террас, вырубка леса, сжигание отходов, внесение удобрений, контроль за сорняками и насекомыми, химические способы укрепления почв, химическая очистка дорог от обледенения, утечки и разливы химических веществ, охота, рыбная ловля, пикники, ошибки в деятельности руководителя, лесопосадки, строительство дамб, насыпей, запруд, отстойников, размещение отходов, искусственное орошение, полив).

Воздействия ещё можно классифицировать по:

– происхождению: природные, антропогенные, экологические, смешанные;

– локализации: связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой, космосом;

– вызываемым последствиям для человека: утомление, заболевание, травма, летальный исход;

– результатам воздействия: отказ в работе системы, отказ работоспособности персонала, несчастные случаи, при которых появляются ущербы здоровью людей, катастрофы с летальными исходами;

– типам ущерба: утрата имущества и доходности, затраты на борьбу с последствиями и восстановление утраченного, утрата доходности, уменьшение налоговых поступлений из-за утраты доходности в коммерческом секторе; лишение определённых доходов, падение стоимости имущества.

Воздействие имеет как материальные составляющие, так и составляющие, имеющие достаточно абстрактный характер, например ухудшение эстетичности объекта, снижение комфортности, появление чувства неуверенности

в будущем, сокращение популяции, увеличение числа больных особей в популяции, утеря ареала обитания, вымирание и гибель биологического вида, исчезновение природных зон и т.п.

Воздействия могут проявляться как разрушения, обрушения зданий и сооружений, различные формы пожаров, разброс осколков и фрагментов оборудования, падение, столкновение или удар человека о неподвижные элементы конструкции; воздействие токсичных продуктов (токсическое поражение); прямое поражение ударными волнами. При воздействии на материальные объекты происходит разрушение зданий, промышленных предприятий, оборудования, уменьшение доходов, повышение расходов, уменьшение прибыли, изменение экономической ситуации и т.п.

В зависимости от категории используемой информации (климатической, прогностической, наблюдённой) запись воздействий должна отражать будущие, настоящие и произошедшие воздействия. Возможные отдалённые воздействия записываются: нарушает, затрудняет, ограничивает, исключает, создаёт, приводит. Ближайшие прогнозируемые воздействия должны представляться терминами, используемыми при оценке климата записываются (крайне маловероятно, маловероятно, вероятно, очень вероятно), или в будущем времени (возрастёт, затруднит). Воздействия, происходящие в момент прохождения явления, записываются в настоящем времени (размывается, затрудняется, ограничивается, исключается, наблюдается, нагревается). После прохождения явления воздействия записываются в прошедшем времени (смыто, разрушено, нарушено, погибло, ранено).

3.4 Классификация рекомендаций

3.4.1 Общие подходы

Снижение подверженности и уязвимости, повышение сопротивляемости к потенциальным неблагоприятным последствиям, устойчивости предприятий и населения к ОПЯ предполагает заблаговременную подготовку (адаптацию) к ним, реагирование на них и восстановление жизнедеятельности после явления [59, 65, 116, 117].

Целями адаптации являются:

– повышение уровня безопасности личности, общества и государства от последствий изменений климата и опасных явлений;

– значительное сокращение потерь и ущерба экономике страны от опасных явлений;

– получение дополнительных выгод в погодозависимых и климатозависимых отраслях экономики путём определения и реализации оптимальных хозяйственных решений на основе информации о текущем и прогнозируемом состоянии окружающей среды.

Для эффективной адаптации необходимо создание системы заблаговременного предупреждения (информирования) руководителей и населения об ОПЯ различными средствами связи.

В соответствии с документами ВМО планы мероприятий по адаптации в случае ОПЯ должны включать четыре этапа: смягчение и предотвращение возможных последствий, обеспечение готовности, реагирование и восстановление. Такая классификация рекомендаций в первом приближении впервые использовалась при землетрясениях [16].

Смягчение и предотвращение последствий на основе знания возможных воздействий включает определение конкретных мероприятий, которые должны быть выполнены для сведения к минимуму рисков.

Для каждого явления и в зависимости от объекта, вида деятельности, типа используемой информации (климат, прогноз, наблюдения) нужно разработать необходимый состав и объём превентивных мероприятий, оценить затраты на устранение последствий аварии. В классическом варианте основные этапы принятия решения включают:

– формирование перечня критериев, которые необходимо учесть при выдаче рекомендаций – безопасность людей, которая оценивается вероятностью явления, возможным количеством погибших и пострадавших; минимизация ущерба – оценивается по критерию минимального из максимальных или максимального из минимальных значений ущерба;

– определение превентивных мероприятий, их стоимости и обоснование недостающих ресурсов, обеспечивающих основу для уменьшения воздействий;

– разработку плана проведения превентивных мероприятий (для каждого мероприятия указывается ответственный исполнитель, сроки реализации, необходимые финансовые и материальные ресурсы и методы определения количественных показателей результативности);

– присвоение веса сформулированным критериям (чем важнее критерий, тем больше его вес (вклад) в достижение цели выдачи рекомендаций);

– составление списка альтернативных решений;

– оценку альтернатив;

– определение рейтинга альтернативных решений – от наиболее до наименее привлекательных;

– расчёт вероятности наступления желаемой альтернативы, то есть умножение веса критерия на вероятность реализации;

– принятие решения.

В зависимости от явления (например, шторм, наводнение, когда выход в море запрещён) капитан порта должен иметь возможность подсчитать возможный ущерб при четырёх вариантах: 1) прогноз не оправдался, и судно не вышло в море, и не получена ожидаемая прибыль от невыловленной рыбы; 2) прогноз оправдался, и судно вышло в море и потерпело аварию; 3) прогноз оправдался, и судно не вышло в море; 4) прогноз не оправдался, и судно вышло в море.

При проведении превентивных мероприятий, особенно стратегических, основанных на климатической информации, возможна организация нескольких альтернативных мероприятий. К стратегическим превентивным мероприятиям может относиться строительство дамб, улучшение санитарных условий, а также создание ирригационных и дренажных систем. Существуют несколько способов сравнения альтернативных решений. Для этого надо:

– определить критерий для сравнения альтернативных решений (цена, время выполнения решения, степень уменьшения риска), при этом критерии должны не зависеть друг от друга;

– выбрать единицы измерения оценки критериев, например, в баллах – от 0 до 10 или список критериев с качественной оценкой (+ или -), общее количество баллов или количество положительных оценок определяет важность того или иного решения;

– оценить альтернативные решения в соответствии с выбранными критериями и сравнить результаты.

Чтобы составить более полные списки рекомендаций, необходима их классификация. Рекомендации бывают оперативные, тактические и стратегические; интуитивные, регламентные, интегрированные, объединяющие рекомендации по нескольким ситуациям.

Для относительно медленных изменений, сопоставимых со сменой технологических укладов в экономике, необходима разработка стратегических мероприятий, на реализацию которых может потребоваться несколько лет. Для быстрых, но неустойчивых изменений со сменяющимся знаком, но не выходящих за пороговые значения показателей среды, предполагается разработка стратегии защиты населения и предприятий от воздействий явлений. Для быстрых и устойчивых изменений разрабатывается стратегия свёртывания экономической активности в угрожаемых регионах и перемещения населения в другие

районы проживания. По методам предотвращения воздействий на объект рекомендации можно разделить на

– физические: перемещение, перемешивание, испарение и др.;

– химические: повышение солёности воды на асфальте, что приводит к понижению температуры замерзания и таяния снега и льда; выброс реагентов в море при разливе нефти, которые адсорбируют нефть;

– физико-химические: эмульгирование, коагуляция нефтепродуктов;

– геологические: биохимические, биоаккумуляция, прямое и косвенное использование организмами загрязняющих веществ, накопление в организме животных;

– биологические: обработка загрязняющих веществ гетеротрофическими бактериями (аэробное, анаэробное, окисление).

Выполнение рекомендаций определяется:

– срочностью и важностью (необходимо выполнить прямо сейчас);

– важностью, но не срочностью (необходимо запланировать, когда нужно выполнить);

– срочностью, но неважностью (можно делегировать кому-то);

– несрочностью и неважностью (можно не выполнять или делегировать).

Набор проводимых мероприятий в зависимости от типа используемой информации (климатическая, прогностическая, наблюдённая) различается.

При разработке рекомендаций необходимо учитывать законодательство, политику государства в этой области, стратегию развития отдельных отраслей, образование и просвещение, имеющиеся правила поведения, инструменты планирования, экономический и профессиональный статус, стиль жизни, социальные услуги, психологические особенности, физические удобства (интеллектуальные, культурные, эстетические и чувственные).

Рекомендации нужно разнести по уровням управления (администрация города, руководители ЖКХ, отдельных предприятий), группам рекомендаций (рекомендации общего характера, рекомендации для эвакуации, оказания первой помощи, при возможном пожаре, аварии, утечке или разливе опасных веществ в результате воздействия явлений).

В зависимости от местонахождения человека в период ОПЯ перечень рекомендаций тоже отличается, например, при наводнении, цунами, землетрясения, метели, холодной погоде перечень действий зависит от местонахождения человека – на улице, дома, на отдыхе вдали от дома, на работе, в кинотеатре, на транспорте.

Рекомендации отвечают на следующие вопросы.

– Что делать? На основе климатической информации рекомендации даются в неопределённой форме глагола, т.е. не указывается ни на время, ни на число, например строить, возводить.

– Что сделать? При получении сообщения о прогнозе опасного явления рекомендации даются с элементами будущего времени, например, построить, пойти.

– Что делается? При получении сообщения о прохождении явления рекомендации даются в настоящем времени, например, строится.

– Что надо сделать после прохождения явления? Рекомендации даются в настоящем времени, например, *провести аварийно-восстановительные, организовать спасательные мероприятия*.

Временной фактор также необходимо учитывать в процессе принятия решений. При этом могут сложиться следующие ситуации, когда:

– времени на принятие решения очень мало;

– времени для принятия решения хотя и больше, чем в первом случае, но всё же мало для выполнения всех действий;

– время имеется для выполнения всех действий и для глубокого исследования проблемы;

– бездействие затянулись до того, что без отрицательных последствий не обойтись;

– затраты на превентивные мероприятия должны быть оценены по максимуму, независимо от оставшегося времени до явления (требуется в случаях, когда от решения зависит жизнь человека).

Поведенческие и превентивные мероприятия составляются на базе анализа действий руководителей, которые выполняли их ранее в похожих ситуациях. Таким образом, можно составить описание ситуаций для новых объектов. То есть для каждой типовой ситуации (одно явление, один типовой объект) составляется список возможных воздействий и что надо делать в этих ситуациях. Такой подход позволяет, с одной стороны, ускорить настройку базы знаний на новые ситуации и объекты, с другой – создать новые ситуации, для которых ещё нет описания в базе знаний. Одним из наиболее распространённых является метод аналогий, когда группа экспертов рассматривает возможный метод разрешения проблемы или поиск причины сложившейся ситуации, опираясь на прошлый опыт своих или аналогичных субъектов хозяйствования. В этом случае эксперты практически продумывают свой опыт и те ситуации, с которыми им приходилось сталкиваться и, основываясь на

нём, предлагают способы решения поставленной задачи, выясняя причины сложившейся ситуации и пути их устранения. В этом случае большим подспорьем является использование материалов с описанием аналогичных ситуаций в разные периоды и на разных объектах. Эти материалы могут быть получены из периодических изданий, научной и популярной литературы, отчётов спасателей.

Рекомендации должны выдаваться с учётом отраслевых, региональных и местных особенностей, их масштабности и глубины воздействия на различные стороны жизни населения и экономики. Необходимо произвести гармонизацию и интеграцию рекомендаций (согласованность и взаимную пополняемость рекомендаций от стратегических до оперативных мер), а также решений на федеральном, региональном и локальном уровнях, конкретизирующих и детализирующих национальный план адаптации к изменениям климата.

При разработке рекомендаций необходимо учитывать существующие законы, политику государства в конкретной отрасли, стратегию развития отдельных отраслей, образование и просвещение, имеющиеся правила поведения, инструменты планирования, средства связи, экономический и профессиональный статус, стиль жизни, социальные услуги, психологические особенности, физические удобства (интеллектуальные, культурные, эстетические).

Рассмотри рекомендации, которые необходимо использовать на основе климатических, прогностических, наблюдённых данных.

3.4.2 Рекомендации на основе климатических данных

Смягчение и предотвращение последствий на основе знания возможных фоновых воздействий и климатических изменений включает определение мероприятий, которые должны быть выполнены для сведения к минимуму рисков. В этом случае смягчение последствий по своей сути является долгосрочным (стратегическим) планированием на всех уровнях управления страной, учитывается при планировании, проектировании и выводе объектов экономики из эксплуатации. Своевременное проведение реконструкций, совершенствование инфраструктуры предприятий и выполнение стратегических мероприятий дают возможность повысить адаптационный потенциал объекта. Стратегические мероприятия предназначены для смягчения возможных последствий на основе знания вероятности ОПЯ и делятся на:

– превентивные (упреждающие мероприятия) нацелены на снижение уровня рисков климатических изменений (например, сооружение дамб от

наводнений, лесозащитных полос, расширение посевов засухоустойчивых культур и другие);

– юридические: разработать законы, регламенты, инструкции, определяющие оценки воздействий и ответственность руководителей за подготовку к явлению;

– просветительные: использовать СМИ для информирования о возможных явлениях и рекомендуемых действиях; использовать современные ИТ-технологии для доведения информации об ОПЯ населению;

– воспитательные мероприятия: научить население поведению в случае опасного явления;

– профилактические мероприятия: проверить готовность объектов к явлению;

– организационные: подготовить приказы, распоряжения, согласования;

– административные: проверка деятельности объектов, подвергаемых возможным воздействиям окружающей среды, аудит безопасности объектов, сертификация методов безопасности;

– кадровые: подобрать кадры, обучить, тренировать их для поведения в период опасного явления;

– научно-технические: провести моделирование поведения объекта в период опасного явления; разработать научно обоснованные мероприятия (варианты решений) по предотвращению влияния воздействий опасного явления;

– подготовительные: заблаговременное проведение мероприятий (строить фундаменты не менее 2 м над уровнем моря);

– экологические: внедрить новые технологии, повысить степень безотходности производства;

– экономические: запросить дополнительное финансирование на строительство дамбы;

– компенсационные – экономические: основаны на желании получить компенсацию за ущерб, причинённый им в результате наступления того или иного негативного события;

– компенсационные – технические: организовать строительство дамб, объездных дорог;

– запрещающие: не строить любые социальные, производственные объекты в зоне возможного затопления;

– предупреждающие: проинформировать руководителей промпредприятий о возможных последствиях;

– ограничивающие: не посещать опасные места населением;

– карательные: различные формы пресечения нарушений (от закрытия предприятия до уголовного преследования виновных), экономические, финансовые и административные меры воздействия;

– предэвакуационные: подготовиться к возможным эвакуационным мероприятиям;

– корректирующие: повысить высоту земляной дамбы;

– защитные: создать барьеры от воды с помощью мешков с песком;

– политические: разработать политику использования химических веществ в стране;

– репрессивные: задают правила игры и включают следующие составные части – разработку нормативных документов, регламентирующих рисковую деятельность, аудит опасностей, систему платежей за осуществление опасной деятельности, систему штрафов и наказаний за нарушение нормативных актов (предполагает наличие нормотворческих органов, субъектов рисковой деятельности, норм репрессивных воздействий, принятых в обществе);

– социологические: провести опросы населения на предмет готовности к явлению;

– агротехнические мероприятия: уменьшить использование удобрений на заливаемых лугах;

– гидромелиоративные мероприятия: построить каналы в заболоченных местах в районах проявления наводнений;

– санитарные мероприятия: провести санитарную обработку зданий, подверженных подтоплению;

– лесоохранные: проводить ежедневные облёты лесов в пожароопасный сезон;

– гидротехнические мероприятия: создать средства защиты от волн – построить волноломы, молы, др.;

– стабилизирующие мероприятия: человеческая деятельность, направленная на замедление деструкции (разрушения) окружающей среды в результате как хозяйственной деятельности человека, так и природных процессов, например почвозащитные мероприятия, направленные на уменьшение эрозии почв;

– конструктивные мероприятия: человеческая деятельность, направленная на восстановление окружающей среды, нарушенной в результате хозяйственной деятельности человека или природных процессов, например рекультивация ландшафтов, восстановление численности редких видов животных и растений и т.д.;

– превентивные стратегические мероприятия: уклонение от риска, снижение риска, передача риска третьим лицам, направлены на предотвращение возможных негативных воздействий (например, построить дамбу для предотвращения наводнений).

Реализация программы адаптации предприятий и населения к явлению и изменениям климата включает следующие этапы и виды работ [111].

1) Подготовка проекта адаптации включает:
   – создание механизма управления проектом адаптации;
   – разработка рабочего плана и бюджета проекта;
   – определение человеческих и финансовых ресурсов;
   – консультации экспертов;
   – обучение основного штата предприятий;
   – контрольная программа выполнения проекта.
2) Проведение стратегических мероприятий направлено на:
   – идентификацию проблемы и установление приоритетов;
   – начальную оценку степени риска от опасного явления;
   – согласование мероприятий с заинтересованными организациями;
   – повышение осведомлённости общественности;
   – использование Стратегии адаптации;
   – создание базы интегрированных данных.
3) Развитие механизмов адаптации предполагает:
   – организацию сбора данных;
   – разработку средств оценки риска;
   – создание плана развития объекта;
   – определение проблем и/или разработку плана действий;
   – применение финансовых инвестиционных вариантов;
   – организацию мониторинга состояния окружающей среды;
   – участие заинтересованных экспертов и организаций в подготовке к адаптации.
4) Принятие решений для адаптации включает:
   – определение организационных и правовых механизмов принятия решений;
   – разработку плана действий в виде описания бизнес-процессов по адаптации;
   – определение механизмов финансирования.
5) Осуществление мероприятий по адаптации требует:
   – координации и механизмов управления проектом;

– разработки проекта мониторинга состояния окружающей среды;
– выполнения плана действий.

6) Аудит проведения проекта адаптации предусматривает:
– контроль выполнения проекта и оценку ситуации;
– пересмотр стратегии и планов действий;
– планирование проекта.

Рекомендации по адаптации к изменениям климата должны попадать в БД СППР. В последние годы появился термин «Климатическая деятельность», в соответствии с которым набор климатических действий включает [60]:

– действия по проведению социальной, экономической и экологической политик;

– действия по реализации программ по снижению антропогенных выбросов из источников и увеличение абсорбции поглотителями парниковых газов;

– действия по разработке, применению и распространению технологий, методов и процессов для ограничения сжигания антропогенных выбросов парниковых газов в соответствующих секторах экономики;

– осуществление научных, технологических, социально-экономических и других исследований, регулярных наблюдений и создание БД, связанных с климатической системой;

– действия по проведению адекватной адаптации к изменениям климата;

– действия в области образования, подготовки кадров и просвещения населения по вопросам изменения климата.

Для смягчения воздействий и профилактики необходимо до опасного явления:

– применить показатели для выявления и оценки уровня опасности;

– провести оценку рисков;

– обеспечить доступ к сведениям об опасном явлении;

– информировать о стандартах проектирования инфраструктуры для смягчения последствий;

– внедрить оборудование для аварийного реагирования;

– разработать и выполнить планы и процедуры предотвращения или уменьшения воздействий явления;

– улучшить готовность к опасному явлению природного характера;

– разработать процедуры обучения смягчению воздействий.

Пример решения проблемы загрязнения прибрежной зоны морей представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Пример решения проблемы загрязнения прибрежной зоны морей

Вклад	Действия	Результат
План управления водосборными бассейнами	Разработать план развития водосборных бассейнов	Улучшение качества воды по физическим, биологическим, химическим параметрам. Усовершенствование структуры и функционирования экосистем на базе качества воды. Уменьшение заболеваемости населения из-за качества воды
Идентификация и контроль точек выброса загрязнений	Контролировать загрязнение, меры по его уменьшению	Улучшение качества воды, воздуха, почвы
Инвестиции в инфраструктуру очистки сточных вод	Разработать планы развития средств очистки сточных вод	Увеличение (в процентах) береговой линии для купания и рекреации. Социально-экономические выгоды от туризма
Инвестиции в мероприятия по контролю над загрязнением	Разработать планы мероприятий на случай непредвиденных загрязнений	Сокращение рисков загрязнения нефтью и другими опасными веществами. Сокращение загрязнения нефтью и другими опасными веществами моря и суши

3.4.3 Рекомендации на основе прогностических данных

Обеспечение готовности населения связано с необходимостью на основе прогноза и знания природы воздействий окружающей среды на объекты экономики начать активное выполнение мероприятий по подготовке к явлению. Готовность является тактическим планированием и учитывается при строительстве и эксплуатации объектов экономики и жизнедеятельности населения.

Рекомендации для подготовки к явлению (до явления) на основе краткосрочных или долгосрочных прогнозов делятся на:

– организационные: создать комиссии по ЧС, ввести усиленный режим органов и систем жизнеобеспечения;

– информационные: довести информацию до населения, двигаться с определённой скоростью в местах проявления явления;

– предупреждающие: оповестить население;

– детектирующие: нацелены на обнаружение произошедших ранее негативных воздействий (например, провести осмотр железнодорожных путей перед ливневыми дождями);

– предписывающие: обойти, объехать район возможного проявления явления;

– компенсационные: основаны на желании получить компенсацию за ущерб, причинённый им в результате наступления того или иного негативного события (к этим методам относятся страхование; самострахование; компенсации по искам к виновникам ущербов; государственная помощь);

– корректирующие: направлены на устранение последствий негативных воздействий (увеличить температуру воды в системе теплоснабжения при наступлении сильных морозов);

– социальные: создать специальные зоны отдыха от жары в больших городах;

– запрещающие: закрыть посещение района в определённый период;

– ограничивающие: уменьшить скорость судна;

– репрессивные: наложить штраф за нарушение правил посещения районов с высокой пожарной опасностью;

– экономические: уменьшить ущерб за счёт подготовки объекта к прохождению ОПЯ, увеличить прибыль за счёт выбора оптимального пути перехода через океан;

– предэвакуационные: подготовиться к эвакуации.

3.4.4 Рекомендации на основе наблюдённых данных в момент явления

В момент прохождения явления выполняются оперативные мероприятия. Они включают:

– реагирующие: включить сирену;

– физические: использовать механические средства уборки;

– химические: использовать химические реагенты для борьбы с гололёдом;

– механические: скалывать лёд с палубы судна пешнёй или поливать горячей водой;

– локализующие: создать земляные барьеры вокруг разлива ядовитых жидкостей на земле или выставить боны для ограничения распространения нефтепродуктов по воде;

– эвакуационные: объявить сигнал тревоги и начать эвакуацию;

– репрессивные: задают систему штрафов и наказаний за нарушение нормативных актов (штрафовать руководителей, которые не выполняют условий обеспечения безопасности жизнедеятельности населения).

Реагирование в период прохождения явления включает осуществление оперативных мероприятий аварийными, медицинскими и социальными

службами, добровольцами и населением. Реагирование является оперативным планированием и учитывается при строительстве и эксплуатации объектов экономики и обеспечении жизнедеятельности населения.

Реализация Плана проведения превентивных мероприятий руководителями предприятий и населением в условиях прохождения ОПЯ включает следующие этапы и виды работ, таблица 3.4.

Таблица 3.4 – План проведения превентивных мероприятий руководителями предприятий и населением в условиях прохождения ОПЯ

Название этапа	Подготовительные действия	Результат	Форма отражения
Подготовка Плана проведения превентивных мероприятий	Руководитель направляет заявку с обоснованием необходимости оценки воздействия ОПЯ. Создание механизма управления. Определение человеческих и финансовых ресурсов. Обучение основного штата.	Собрана информация о воздействиях ОПЯ.	План проведения превентивных мероприятий.
Проведение подготовительных мероприятий	Рассмотрение заявки о необходимости оценки воздействий ОПЯ. Идентификация проблем и установление приоритетов. Начальная оценка степени риска от ОПЯ. Согласование с заинтересованными организациями и лицами. Повышение осведомлённости общественности. Использование национальных стратегий. Интеграция данных. Разработка программы мониторинга состояния окружающей среды.	Руководитель ожидает реализации решений.	Реализация подготовительных мероприятий.
Средства реализации плана	Организация сбора данных. Разработка усовершенствованной оценки риска. Создание стратегического плана развития объекта. Определение проблем и/или разработка плана действий. Применение финансовых инвестиционных вариантов. Организация мониторинга состояния среды. Участие заинтересованных лиц и организаций.	Руководитель предоставляет дополнительную информацию.	База знаний.

Окончание таблицы 3.4

Название этапа	Подготовительные действия	Результат	Форма отражения
Принятие решений	Проведение оценки воздействий ОПЯ. Определение организационных и правовых механизмов принятия решений. Разработка планов действий. Определение механизмов финансирования.	Оценка решений. Выбор альтернативного решения.	Публикация результатов и публичное рассмотрение.
Осуществление Плана мероприятий	Координация и механизмы управления. Выполнение плана действий. Включение знаний в СППР.	Выбор окончательного варианта решения.	Организация выполнения решений.
Аудит проведения Плана	Контроль выполнения Плана и оценка ситуации. Пересмотр стратегии и планов действий. Планирование следующего цикла.	Оценка эффективности мероприятий.	Стоимость превентивных мероприятий, оценка возможного ущерба.

3.4.5 Рекомендации на основе наблюдённых данных после явления

Для восстановления работы предприятий и обеспечения жизнедеятельности населения после явления:

– провести поисково-спасательные операции наиболее безопасным и эффективным способом;

– провести оценку затрат для аварийного восстановления;

– организовать аварийное восстановление;

– развернуть помощь населению после явления;

– улучшить будущие мероприятия.

Для восстановления жизнедеятельности после прохождения явления проводятся оперативно-тактические рекомендации в виде действий различных служб (МВД России, Минздрава России, Минтранса России и другие), предусматривающих минимизацию последствий негативного воздействия конкретных проявлений изменения климата, в том числе связанных с ними ОПЯ, разделяются на:

– организационные: разместить пострадавших в больницах, оказать материальную помощь пострадавшим;

– социальные: организовать помощь пострадавшим, обеспечить питанием и жильём, опознать пострадавших;

– поисково-спасательные: организовать поиск и спасение пропавших;

– аварийно-восстановительные: восстановить работу средств жизнеобеспечения;

– ограничивающие: запретить проход в район бедствия для посторонних;

– корректирующие: ограничить распространение загрязняющих веществ, разлившихся в период явления, выставить заграждающие боны;

– дезактивационные: провести дезактивацию одежды людей, попавших в зону химического поражения;

– психотерапевтические: утешить пострадавших, поддержать родственников;

– медико-гигиенические: провести санитарные мероприятия;

– санитарные: организовать сбор и удаление отходов, вывоз нечистот, санитарную обработку населения, попавшего в зону химического заражения, водоснабжение.

Аварийно-спасательные мероприятия и восстановление включают меры, осуществляемые после явления с целью ликвидации разрушений и восстановления жизнедеятельности населённых пунктов и обеспечения безопасности населения. Восстановление производится на всех объектах экономики с участием коммунальных служб, связанных с обслуживанием населения. Для восстановления работы предприятий и обеспечения жизнедеятельности населения после явления необходимо организовать аварийное восстановление; провести поисково-спасательные операции; развернуть помощь населению после явления; провести оценку затрат на аварийно-восстановительные работы.

Рекомендации нужно разнести по уровням управления (администрация города, руководители ЖКХ, отдельных предприятий), группам рекомендаций (рекомендации общего характера, рекомендации для эвакуации, оказания первой помощи, при возможном пожаре, аварии, утечке или разливе опасных веществ в результате воздействия ОПЯ). Разные рекомендации могут быть для создаваемых территориальных нештатных аварийно-спасательных формирований (команда механизации работ; спасательная группа; разведывательная группа; группа инженерной разведки; звено речной разведки; звено разведки на средствах железнодорожного транспорта; группа связи; мобильный медицинский отряд; санитарно-эпидемиологический отряд; эвакосанитарная летучка; противопожарная команда; лесопожарная команда; команда по ремонту и восстановлению дорог и мостов; команда взрывных работ; группа по обслуживанию защитных сооружений; команда защиты и эвакуации культурных ценностей; аварийно-газотехническая команда; аварийно-техническая команда

по электросетям; команда водопроводно-канализационных (тепловых) сетей; команда охраны общественного порядка; группа охраны общественного порядка; санитарный пост; автоколонна для перевозки грузов; автоколонна для перевозки населения; команда обеззараживания; пункт санитарной обработки; станция специальной обработки транспорта; станция специальной обработки одежды; подвижная автозаправочная станция; подвижный пункт вещевого снабжения; подвижный пункт питания; подвижный пункт продовольственного снабжения; звено подвоза воды).

3.4.6 Типовые рекомендации

Из всего списка возможных воздействий и рекомендаций можно выделить типовые воздействия и общие рекомендации, которые необходимо выполнить при получении любого штормового предупреждения об угрозе возникновения опасного явления, не привязанные к конкретному объекту экономики. Для использования в работе типовые воздействия и рекомендации необходимо уточнять в зависимости от характеристик объекта и сложившихся условий. При этом воздействия даются по их классификации, а рекомендации – по уровням принятия решений или типовым ситуациям (оставление судна при его аварии, эвакуация населения при ОПЯ).

Безусловно, списки типовых воздействий и общих рекомендаций для каждого явления, объекта экономики или субъекта Федерации будут свои, в зависимости от типов явлений, которые происходят в конкретной местности, а также других местных условий. Типовые ситуации имеются, например, в приложении «Мобильный спасатель», разработанном для МЧС России. К ним относятся:

– первоочередные действия помощи больным и пострадавшим: обморок, спасение утопающего, др.;

– порядок проведения сердечно-лёгочной реанимации: определение пульса, признаков жизни, закрытый массаж сердца, др.;

– оказание помощи пострадавшим при травматических повреждениях: наружное кровотечение, перелом костей, кровотечение из носа, термический ожог, переохлаждение, черепно-мозговая травма, утопление;

– оказание помощи пострадавшим при острых заболеваниях и неотложных состояниях: сердечный приступ, тепловой / солнечный удар, поражение органов зрения, обморок, транспортировка пострадавших;

– бытовые ситуации: поражение электрическим током, отравление бытовым газом;

– загрязнение химическими и радиационными веществами;

– полное или частичное обрушение здания, действия при гидродинамической аварии;

– действия при взрывах;

– действия при железнодорожных, автомобильных авариях;

– действия при авариях на морском транспорте: столкновение судов, высадка с судна, посадка на мель, касание грунта;

– действия при пожаре: в квартире, на кухне, на балконе, в лифте, во дворе, в гараже, в автомобиле;

– способы выживания: добывание воды и пищи, строительство убежища.

Эти и другие типовые ситуации должны использоваться как ссылки при описании ситуаций для различных явлений. Например, для ситуации «Сильное волнение» капитану судна при прогнозе необходимо выполнить действия по ситуации «*Подготовка судна для плавания в штормовую погоду*»; пассажирам – «*Прибытие пассажира на судно*»; в период аварии в результате воздействия сильного волнения; капитану судна – выполнить действия по ситуациям «*Подготовка к эвакуации на шлюпки*», «*Подготовка к эвакуации на другое судно*», «*В момент оставления судна*», «*Действия экипажа судна, севшего на мель*», «*Действия экипажа судна после посадки судна на мель*», «*Борьба с водотечностью*»; пассажирам – «*Шлюпочная тревога*», «*Оставление судна*», «*Поведение за бортом*», «*Поведение в шлюпке или на плоту*»; командиру спасательного средства – «*В момент оставления судна*», «*После оставления судна*», «*На спасательном плоту*»; спасателям – «*На месте гибели судна*», «*Буксировка плотов (шлюпок)*». Эти типовые ситуации можно использовать и для таких явлений, как сильный ветер, обледенение и др. Таким образом, типовые ситуации являются своего рода «блоками», которые можно включать в описания различных явлений (рис. 3.7).

При подготовке списка рекомендаций необходимо указать ссылки на эти типовые ситуации. Так как ОПЯ очень часто характеризуется комплексом показателей, например шторм (буря) – это сильный ветер, гроза, град, сильные осадки. Некоторые ситуации, представляемые как типовые, на самом деле являются техногенными авариями, например загрязнение химическими и радиационными веществами, пожар. И для них, так же как для ОПЯ, необходимо рассматривать ситуации до, в период и после техногенной катастрофы. И они должны быть представлены в базе знаний отдельными ситуациями.

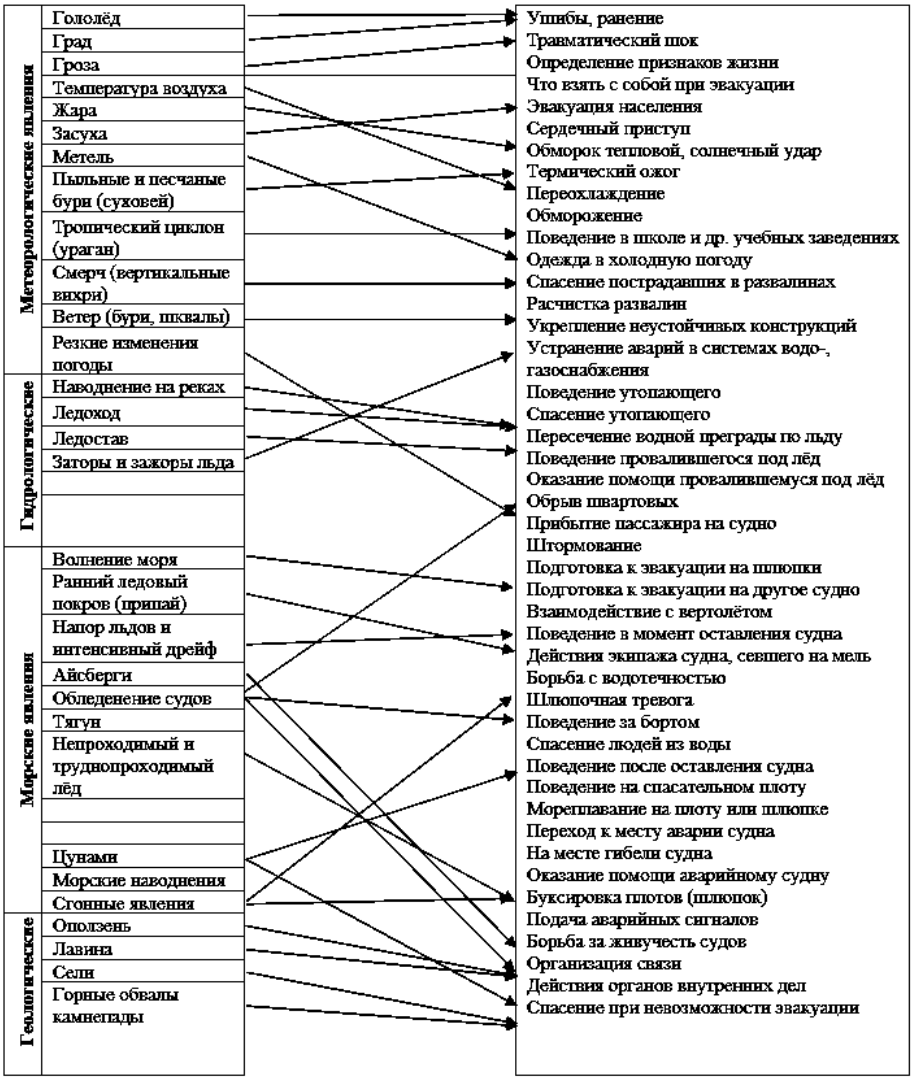

Рисунок 3.7 – Пример включения типовых ситуаций в описание ОПЯ

3.5 Создание базы данных пороговых значений показателей опасных природных явлений для отдельных объектов экономики и видов деятельности

3.5.1 Определение перечня показателей

В Росгидромете разработано РД 52.88.699–2008 [61], в котором представлены пороговые значения для ОПЯ на национальном уровне. В Северном, Приморском и других УГМС уточнены некоторые пороговые значения, например, для ветра, температуры воздуха. Для отдельных явлений, например уровень воды в реках, существуют только локальные пороговые значения. В то же время есть необходимость уточнения пороговых значений в зависимости от типа или мощности объекта, например, для судов – танкер, рыболовное судно, катер. На различные виды деятельности по-разному влияют опасные явления, например, для порта есть разница в разгрузке на рейде, у причала и со льда. В последней версии «Положения о порядке информирования населения и других заинтересованных пользователей об угрозах возникновения опасных метеорологических явлений на территории Российской Федерации с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет» [57] предложены уровни опасности явлений на основе принципа «светофор». При задании значений показателей ОПЯ могут использоваться как пороговые значения отдельных показателей, так другие типы показателей. Ниже представлена информация о показателях, которые наиболее часто применяются для оценки опасности ОПЯ.

Пороговые значения (верхняя граница – макс, нижняя граница – мин) – это количественные индикаторы, характеризующие допустимый уровень безопасности населения, предприятий, за пределами которого наступает опасность для населения или предприятий. Пороговые значения позволяют оценивать предельный уровень изменения параметров состояния среды. **Верхняя граница (макс)** – значение показателя выше установленного числа (скорость ветра, уровень воды, др.). **Нижняя граница (мин**) – значение показателя ниже установленного порогового значения для уровня воды в реке, температуры воздуха, др. К пороговым значениям можно также отнести минимальное и максимальное значение суммы, например количество выпавших осадков за месяц.

Относительное отклонение (изменение) – число, показывающее, как изменился некоторый показатель относительно первоначального его значения (безразмерная величина обычно выражается в процентах), срабатывает, если

значение показателя изменилось больше чем на заданную величину по сравнению со сравниваемым периодом (например, повторяемость высоты волн).

Повторяемость климатических значений – число случаев (дней или лет) проявления измеренных значений параметров в пределах заданных интервалов (скорость ветра, равная нулю, 1–4, 5–9, 10–14, 15–25, >25м/с; уровень воды <150, 151–200, >200) за определённый период в процентах.

Среднее (фоновое) значение – климатическое значение (норма) для рассматриваемого временного и пространственного разрешения (некоторое число, заключённое между наименьшим и наибольшим из их значений). Среднее арифметическое (часто называемое просто средним) – наиболее распространённая оценка среднего значения распределения. Она является результатом деления суммы всех наблюдаемых числовых величин на их количество. Например, среднемесячная многолетняя температура воздуха.

Аномалия – отклонение значения параметра от климатической нормы, срабатывает, если разница между текущим и климатическим значением показателя больше установленного числа. Значимо для температуры воздуха, атмосферного давления и влажности.

Тенденция – сравнительно устойчивое направление развития определённого явления, процесса за какой-то период времени, срабатывает, если на выбранном интервале времени показатель растёт, убывает или монотонен (классическим примером такого показателя является тенденция изменения атмосферного давления, измеряемая барографом). Тенденция рассчитывается как разница между значениями соседних по времени наблюдений (из последнего значения показателя вычитается из значения с более ранней датой). На основе тенденции можно делать выводы о ходе процесса в будущем. Расчёты сохраняются в БД с указанием типа используемых исходных данных (прогноз или наблюдение). Из метаданных извлекается временное разрешение данных. На основе этой информации определяется время наблюдений. В информационном ресурсе производится поиск ближайшего к объекту (по координатам) узла сетки прогноза. В этом узле сетки на основе сроков прогноза и данных рассчитываются тенденции.

Выбор показателей – это один из наиболее важных этапов создания базы знаний, и ему надо уделить особое внимание. Примеры расчетных показателей даны в табл. 3.5, показателей для устойчивого развития прибрежной зоны – в табл. 3.6, постоянной поддержки решений ФОИВ – в табл. 3.7. ВМО предложила 27 индикаторов экстремальных изменений климата для температуры воздуха и осадков [11]. К сожалению, для них ещё не накоплен опыт

оценки воздействий этих изменений на экономику стран и население, а также мер адаптации для приспособления к этим изменениям. В то же время имеется очень много материалов по возможным последствиям изменения климата на экономику, природу, население. Для оценки этих ситуаций вполне достаточно одного или нескольких показателей изменения климата, например повышения температуры воздуха с определённой вероятностью. А последствия климатического изменения температуры, приводящие, например, к уменьшению ледовитости Северного Ледовитого океана, фактически могут быть отражены соответствующей ситуацией «Ранний ледовый покров», «Вскрытие припая», «Дрейф льдов» и т.д.

Таблица 3.5 – Показатели ОПЯ

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
Доза (***D***)	$D=N / T$;	Количество вредного вещества (***N***), воздействовавшего на население за единицу времени (***T***).
Индекс суммарного воздействия (I_{nd})	$I_{nd}=\sum (I * T)$;	Сумма произведений интенсивности (***I***) на продолжительность воздействия вредного фактора (***T***).
Пиковые концентрации (K)	$K = I_{мах} / N$;	Интенсивность воздействия, усреднённая по более коротким интервалам времени на количество случаев (***N***).
Суммарное вредное воздействие (***S***)	$S = K_{ср} * T$;	Произведение средней концентрации на продолжительность воздействия.
Общее время воздействия (***T***)	$T = \sum t$;	Аккумулятивный эффект.
Средняя интенсивность ($I_{ср}$)	$I_{ср} = \sum I_{nd} / T$;	Индекс суммарного воздействия (I_{nd}), делённый на общее время воздействия.
Риск (***R***)	$R = V_{опя} * V_{ущ}$;	Произведение вероятности ОПЯ ($V_{опя}$) на вероятность ущерба ($V_{ущ}$) от него.
Эффективная температура (***ЭТ***) неподвижного воздуха, соотношение температуры воздуха и теплоощущения человека	$ЭТ = t – 0,4(t – 10) (1 – f/100)$;	Показатель тепловой чувствительности с учётом влияния относительной влажности воздуха (***f***) % и температура воздуха (***t***) ℃. При температуре воздуха: > 30 (очень жарко); 30 – 24 (жарко); 24 – 18 (комфортно); 18 – 12 (умеренно тепло); 12 – 6 (прохладно); 6 – 0 (умеренно);0 ... -12 (холодно); -12 ... -24 (очень холодно); -24 ... -30 (крайне холодно); < -30 (чрезвычайно холодно).

Продолжение таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
Эквивалентно-эффективной температуры **(ЭЭТ)** по формуле А. Миссенарда	$ЭЭТ=37-(37-t)/(0.68-0.0014f+(1/1.76+1.4v^{0,75}))-0.29t(1-f/100)$;	Где t – температура воздуха, °С; v – скорость ветра, м/с; f – относительная влажность, % Зона комфорта по этому показателю находится в интервале от 16,7 до 20,6 °С. Отрицательным значениям соответствует возможность обморожения, положительным – тепловой удар.
Индекс ветрового охлаждения (H_w) по Хиллу	$H_w = H_d+(0,085 + 0,102v^{0,3})(61,1 - e)^{0,75}$; $H_d=(0,13 + 0,47v^{0,5})(36,6 - t)$;	Зависит от скорости ветра, температуры воздуха; упругости водяного пара (e), гПа.
Нормальная эквивалентно-эффективная температура $(НЭЭТ)$	$НЭЭТ = 0,8ЭЭТ + 70C$;	Показатель тепловой чувствительности с учётом влияния ветра для одетого человека.
Комплексный показатель пожарной опасности В.Г. Нестерова $(КПО_n)$ на текущий день представляет собой кумулятивную сумму произведения температуры воздуха на разность температур воздуха и точки росы.	$КПО_n = КПО_{n-1} K_{ос} + [t(t - t_d)]_n$; $КПО_{n-1} = t(t - t_d)$;	Представляет собой кумулятивную сумму произведения температуры воздуха на разность температур воздуха и точки росы. $КПО_n$ – значение КПО, рассчитываемое на текущий день; $КПО_{n-1}$ – значение КПО, рассчитываемое на предыдущий день; $K_{ос}$ – коэффициент поправки на осадки (равен единице, если количество осадков менее 3 мм, равен нулю, если количество осадков больше или равно 3 мм); t – температура воздуха в 12–15 ч местного времени или в ближайший к нему срок метеорологических наблюдений; t_d – точка росы за тот же срок, °С; $(t - t_d)$ – дефицит точки росы, °С.
Потоки энергии, вещества (P)	$P = K / T$;	Количество (K) тепла, солей, воды, проходящих в единицу времени (T) между различными сферами Земли или через определённый площадный срез (сечение реки, разрез в океане, др.).
Продолжительность периода с температурой воздуха выше или ниже заданных значений, дни (N)	Если $N_{(Ta>25)}(D_{ок} - D_{нач}) > 10$ дней, то Жара. Если $N_{(Ta<-25)}(D_{ок} - D_{нач}) > 10$ дней, то Холод.	Количество дней со среднесуточной температурой воздуха > 25 или < -25 градусов.

Продолжение таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
Даты перехода средней температуры воздуха через заданные значения	Если $N_{(Ta>10)}\ (D_{ок} - D_{нач}) > 5$ дней в апреле, то вероятно будет ранняя весна; Если $N_{(Ta<10)}\ (D_{ок} - D_{нач}) > 5$ дней после 20 сентября, то вероятно, будет ранняя зима.	Количество дней со среднесуточной температурой воздуха > 10 весной или < 8 градусов осенью больше 5 дней.
Индекс загрязнения воды (***ИЗВ***)	$ИЗВ = \sum_{i=1}^{4} \frac{ПДК_i}{C_1} \Big/ 4$	C – концентрация измеряемого вещества; ПДК измеряемого загрязняющего вещества, установленного для водоёмов рыбохозяйственного значения; **4** – строго лимитируемое количество измеренных показателей с наибольшим превышением ПДК, включая растворённый кислород.
Показатель загрязнения почвы тяжёлыми металлами ($Z_ф$)	$Z_ф = \sum_{i=1}^{n} K_ф - (n-1);$	n – количество определяемых металлов; $K_ф$ – коэффициент концентрации металла, равный отношению массовой доли *i*-го металла в почве загрязнённой территории к его фоновой массе. Если $Z_ф$ = 16 – 32, то увеличивается общая заболеваемость населения. Если $Z_ф$ = 33 – 128, то увеличивается число часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно сосудистой системы. Если $Z_ф$ > 128, то увеличивается заболеваемость детского населения, нарушается репродуктивная функция женщин (увеличивается токсикоз беременности, число преждевременных родов, мертворождаемость, гипотрофия новорождённых).

Продолжение таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
Температурно-влажностные показатели		
PET – мера теплового ощущения находящегося в покое человека	***PET = M + W + R + C + ED + + Ere + ESw + S;*** ***M*** – скорость обмена веществ (внутренняя выработка энергии); ***W*** – теплоотдача при физической работе; ***R*** – радиационный баланс; ***C*** – конвективный поток тепла; ***ED*** – скрытый поток тепла, расходуемый на потоотделение; ***Ere*** – сумма тепловых потоков для нагревания увлажнения вдыхаемого воздуха; ***ESw*** – поток тепла, расходуемый на испарение; ***S*** – поток тепла, который сохраняется для нагревания или охлаждения массы тела.	Характеризует тепловое ощущение находящегося в покое человека в зависимости от потоков тепла.
РЭЭТ (℃) – радиационная эффективно-эквивалентная температура (по Г.В. Шелейховскому и с уточнением В.И. Русанова)	$РЭЭТ = 125 \cdot 1g\,[1 + 0{,}02 \cdot t + 0{,}0001 \cdot (t - 8) \cdot (f - 60) - 0{,}0045 \cdot (33 - t)\sqrt{v} + 0{,}129];$ $\beta = Q\,(1 - \alpha);$ ***β*** – солнечная радиация, поглощённая поверхностью тела; ***Q*** – суммарная солнечная радиация; ***α*** – альбедо (с учётом пигментации) кожи: значение 0,28 – для непигментированной кожи, 0,11 – для пигментированной. Упрощённый метод расчёта: $РЭЭТ = 6{,}2 + НЭЭТ$ $РЭЭТ = 0{,}83 \cdot ЭЭТ + 12\ ℃;$	Характеризует теплоощущения одетого человека с учётом комплексного воздействия метеофакторов и интенсивности солнечной радиации. Используются для оценки теплоощущений человека в тёплое время. Выделены оптимальные диапазоны РЭЭТ: 17 – 21 ℃ – южные районы; 13 – 18 ℃ – умеренные районы; 10 – 18 ℃ – северные районы; Оптимальная РЭЭТ = 18 ℃. Метод Б.А. Айзенштата использует РЭЭТ в качестве показателя напряжённости терморегуляторной системы человека, – определяет степень нагрузки организма в условиях жаркого климата.
БАТ (℃) – биологически активная температура	$БАТ = 9\ ℃ + 0{,}8\ НЭЭТ;$	Характеризует теплоощущения одетого человека с учётом радиации, отражённой поверхностью Земли. Определена зона комфорта ($10 < БАТ < 20$).

Продолжение таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
$T_{пр}$ (℃) – индекс «приведённой температуры» (по В.Н. Адаменко, К.Ш.Хайруллину)	$T_{пр} = t - 8 \cdot \sqrt{v} + Q$; Q – радиационная добавка.	Используются для оценки теплоощущений человека в холодное время. Оценка степени дискомфорта: $T_{пр} < -17$ ℃ – ограничение пребывания на воздухе больных; $T_{пр} < -28$ ℃ – слабый дискомфорт; $T_{пр} < -38$ ℃ – жёсткий дискомфорт; $T_{пр} < -42$ ℃ – полное прекращение пребывание на воздухе.
W (ккал/м^2 * ч) – ветрохолодовой индекс (по Сайплу)	$W = (9{,}0 + 10{,}9 \cdot \sqrt{v} - v) \times (33 - t)$; v – скорость ветра на высоте 2 м (м/с).	Оценка теплоощущения проводится по шкале: $W > 600$ – прохладно; $W > 800$ – холодно; $W > 1000$ – очень холодно; $W > 1200$ – жёстко холодно; $W > 2500$ – невыносимо холодно.
S (баллы) – индекс суровости (по Бодману)	$S = (1 - 0{,}04\,t)(1 + 0{,}272\,v)$;	Дана шкала для характеристики «суровости погоды»: $S < 1$ – зима не суровая; $1 < S < 2$ – зима мало суровая; $2 < S < 3$ – умеренно суровая; $3 < S < 4$ – суровая; $4 < S < 5$ – очень суровая; $5 < S < 6$ – жёстко суровая; $S > 6$ – крайне суровая.
T (баллы) – коэффициент жёсткости погоды (по И.А.Арнольди)	$T = t - 2 \cdot v$;	Увеличение скорости ветра на 1 м/с условно приравнивается к понижению температуры воздуха на 2 ℃. Хорошо коррелирует с физиологическими данными, характеризующими тепловое состояние человека. При Т >30 пребывание и работа на воздухе ограничены, при Т > 45 – недопустимы.
S_0 (баллы) – модифицированная формула суровости – жёсткость погоды суток (по И.М. Осокину)	$S_0 = (1 - 0{,}006\,t)(1 + 0{,}006\,H)\,K_в\,A_c$; H – высота над уровнем моря (м); $K_в$ – коэффициент, учитывающий влияние относительной влажности воздуха; A_c – коэффициент, учитывающий влияние суточной амплитуды температуры.	Суровость зимы S_0 оценивается по шкале: $S < 1$ – мягкая; $1{,}1 < S < 2{,}0$– зима мало суровая; $2{,}1 < S < 3{,}0$ – умеренно суровая; $3{,}1 < S < 4{,}0$ – суровая; $4{,}1 < S < 5{,}0$ – очень суровая; $5{,}1 < S < 7{,}0$ – жёстко суровая; $S > 7$ – крайне жёстко суровая. Не всегда адекватно отражает суровость погоды в различных климатических зонах.

Продолжение таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
H (вт/м^2/с) – индекс ветрового охлаждения (по Хиллу); H_c – сухое охлаждение; H_w – влажное охлаждение	$H_c = (0{,}13 + 0{,}47 \cdot \sqrt{v})\,(36{,}6 - t)$; $H_w = H_c + (0{,}085 + 0{,}102 \cdot v^{0{,}3})\,(61{,}1 - e)^{0{,}75}$; e – упругость водяного пара.	Теплоощущения по индексу H_c оцениваются по шкале (вт/м^2): < 0,35 вт/м^2 – жарко; 0,6 – 0,9 – комфортно; > 1,7 – холодно; > 2,3 – экстремально холодно. При H_w = 4,5 – 5,5 погода дискомфортная, при H_w > 8,0 погода абсолютно дискомфортная.
ЭШТ (℃) – эквивалентно-штилевая температура (оценка «суровости погоды» производится без учёта теплоизоляции одежды)	$ЭШТ = T - N \cdot \Delta T$; N – характеризует теплопроводность; ΔT – поправка с учётом ветра.	Характеризует охлаждение под влиянием ветра с учётом подвижности человека ***(N)***: N = 1 – покой; N = 2 – лёгкая работа; N = 3 – средняя тяжесть; N = 6 – тяжёлая работа. Существует шкала для значений ΔT.
БИСМ (у.е.) – биоклиматический индекс суровости метеорежима (по В.Ш. Белкину)	$БИСМ = t\,(P - 226) \times (1 - 0{,}02 \cdot v)/75\; m\, K$; P – атмосферное давление; t – температура воздуха, m – влажность, K – коэффициенты влияния температуры воздуха, относительной влажности и прямой солнечной радиации.	Индекс, учитывающий влияние как низких, так и высоких температур, а также избыток или дефицит ультрафиолетовой радиации (***УФР***). Применим для северных и горных территорий. Чем меньше индекс, тем больше дискомфортность климата: при ***БИСМ*** в пределах: 1,0 – 8,0 – комфорт; 7,9 – 7,0 – относительный комфорт; 6,9 – 6,0 – относительный дискомфорт; 5,9 – 4,0 – компенсируемый дискомфорт; менее 4,0 – некомпенсируемый дискомфорт.
Индекс сухости Будыко (***ИС***)	Интегральный годовой показатель увлажнённости. Отношение испаряемости к годовой сумме осадков. T – среднесуточная температура, °С, r – сумма осадков, мм.	$ИС = \dfrac{0{,}18 \sum T > 10C}{r_{I-XII}}$

Окончание таблицы 3.5

Показатель	Формула расчёта	Пояснения
Гидротермический коэффициент Селянинова (***ГТК***)	Характеризует отношение приходной части водного баланса – осадков – к максимально возможной величине его расходной части – испаряемости, влагообеспеченность агроэкосистем при естественном увлажнении. ***T*** – среднесуточная температура, °С, а ***r*** – сумма осадков, мм.	$ГТК = \frac{r_{VI-VIII}}{0,1\sum T_{VI-VIII}}$
Коэффициент увлажнения Сапожниковой (***КУ***)	***T*** – среднесуточная температура, °С, ***r*** – сумма осадков, мм. Характеризует отношение приходной части водного баланса – осадков – к максимально возможной величине его расходной части – испаряемости.	$КУ = \frac{0,5r_{X-III} + r_{IV-IX}}{0,18\sum T_{IV-IX}}$
Индексы патогенности и изменчивости погоды и климата		
I – общий индекс патогенности погоды (по В.Г. Бокша, Б.В. Богуткому.); I_1 – отражает состояние погоды суток по основным метеопараметрам, I_2 – отражает межсуточную изменчивость ***ЭМП***, геомагнитного поля и солнечной активности	$I = I_1 + I_2$; $I_1 = I_t + I_f + I_v + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t}$; I_t, I_f, I_v, I_n – характеризует среднесуточную изменчивость температуры, относительной влажности, ветра, облачности; $I_{\Delta p} + I_{\Delta t}$ – характеризует межсуточная изменчивость атмосферного давления и температуры воздуха; $I_2 = I_e + I_{\Delta m} + I_{\Delta s} I_e$ – характеризует электрическую активность атмосферы; $I_{\Delta m}, I_{\Delta s}$ – межсуточная изменчивость геомагнитного поля и межсуточное изменение солнечной активности.	Эмпирические соотношения, включающие частные клинические индексы погодной патогенности, определяемые как математические функции параметров погоды и солнечной активности. Интегральный метеорологический индекс I_1 указывает на характер раздражающего воздействия погоды на организм и оценивается следующим образом: I_1 = 0 – 9 – оптимальные; I_1 = 10 – 24 - раздражающие; I_1 > 24 – острые. Общий индекс патогенности ***I*** оценивается как: ***I*** = 0 – 19 – оптимальные; ***I*** = 20 – 49 – раздражающие; ***I*** > 50 – острые.

Таблица 3.6 – Показатели устойчивого развития прибрежной зоны

Объекты	Цель	Показатели
Рыбные запасы и рыболовные участки	Повышение эффективности использования природных ресурсов	Объём рыбных запасов по видам и морским участкам. Объём восстановления и воспроизводства рыбных запасов. Объём уловов и естественной смертности рыбы. Объём рыбной продукции, разгруженной в порту
Потребление воды		Количество дней с нехваткой воды
Население	Повышение безопасности населения	Количество штормовых дней. Подъём уровня моря относительно поверхности земли выше порогового значения
Прибрежная эрозия и размыв берегов		Протяжённость охраняемых и защищённых прибрежных линий. Протяжённость изменения береговой линии. Площадь и объём песчаной кромки.
Природные, антропогенные и экономические угрозы		Количество людей, проживающих в зоне риска. Площадь охраняемых участков в границах зоны риска. Оценка экономических угроз в зоне риска.

В Руководстве по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией [31] рассматривается влияние метеорологических факторов на объекты и процессы в различных секторах экономики и социальной сфере. Перечисляются наборы специализированных климатических характеристик в зависимости от этапа планирования: прогнозирование развития промышленного района, перспективное планирование – организация территории (землепользования), инженерное проектирование, строительное проектирование, строительство, эксплуатация промышленного объекта или сооружения, утилизация объекта.

Таблица 3.7 – Примеры показателей для ФОИВ

Цель	Показатель	Форма представления	Источник
Гидрометеорологические условия	Ветер >15 м/с	Вероятность, прогноз и предупреждение	Росгидромет
	Осадки>30 мм	Вероятность, прогноз и предупреждение	Росгидромет
	Гололёд сильный	Вероятность, прогноз и предупреждение	Росгидромет
	Расходы воды в реках	Тренд изменений от году к году по месяцам и суткам	Росгидромет

Окончание таблицы 3.7

Цель	Показатель	Форма представления	Источник
Условия проживания людей в прибрежных зонах	Атмосферное загрязнение	Тренд и ПДК	Росгидромет
	Запасы чистой пресной воды в прибрежных зонах	Тренд по областям	Минприроды России
	Содержание растворённого кислорода в прибрежных зонах	Тренд, мин пороговое значение	Росгидромет
	Содержание общего фосфора, нитратов, нитритов в прибрежных водах	Тренд, мах пороговое значение	Росгидромет
	Содержание тяжёлых металлов в прибрежных водах	Тренд и ПДК	Росгидромет
	Содержание пестицидов в прибрежных водах	Тренд и ПДК	Росгидромет
	Источники загрязнения питьевой воды	Карта	Минприроды России
Социально-экономические условия	Плотность населения	Тренд по городам, областям	Роскомстат
	Число людей, живущих в прибрежных районах, подверженных различным стихийным явлениям	Тренд по областям, видам явлений	Роскомстат, Росгидромет
	Болезни, связанные с качеством питьевой воды	Тренд по годам, городам	Минздрав России
	Число закрытых пляжей в летнее время из-за загрязнения воды	Тренд по месяцам, годам, курортным зонам	Минздрав России
Использование Земли	Процент урбанизации прибрежной зоны	Тренд использования земель для различных целей по областям	Роскомстат
	Площади, заливаемые при наводнениях	Диаграмма пороговых значений уровня воды и заливаемые площади	Росгидромет
	Загрязнение почв пестицидами, тяжёлыми металлами	Карта, зоны повышенного загрязнения	Росгидромет

При обновлении данных и после выявления значений, превысивших пороговых значений, производится расчёт показателей. Эти показатели должны рассчитываться автоматически при обновлении данных. Структура хранения данных «Сведения о показателях» дана в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Структура данных «Сведения о показателях»

Имя	Байт	Полное название
ID	5	Уникальный код параметра
Statistic	2	Статистическая характеристика, код
Statistic_N	20	Имя статистической характеристики
Time_Scale	2	Временной масштаб, код
Space_Scale	2	Пространственный масштаб, код
Name	35	Наименование параметра на русском языке
Name_eng	35	Наименование параметра на английском языке
Name_out	15	Имя в форме для вывода – общепринятое сокращение только для наблюдаемых параметров
Accuracy	10	Точность наблюдений или рекомендуемая точность расчёта
Dimension	15	Единицы измерения
Min_Value	10	Диапазон изменчивости (мин)
Max_Value	10	Диапазон изменчивости (мах)
Module	15	Уравнение для вычисляемых значений
Vert_Dimens_Min	10	Вертикальное разрешение (мин. высота/глубина)
Vert_Dimens_Max	10	Вертикальное разрешение (макс. высота/глубина)
Code_name	10	Идентификатор используемого кодификатора для значений параметра
Methode	300	Метод определения параметра
Modul_name	10	Имя модуля для вычисляемых характеристик
Description	300	Описание параметра (свободный текст)
Created	8	Дата создания записи
Modified	8	Дата модификации записи

Необходимые показатели определяются при регистрации объекта. Кроме сведений об атрибуте необходима более детальная информация о показателях (роль показателя, методологическое описание, базовые данные, международные соглашения, дополнительная информация), пример описания показателя представлен ниже.

Описание показателя

Название показателя: Качество морской воды по индексу загрязнения воды (ИЗВ).

Код: P0000_02_I.

Краткое определение: Индекс загрязнения воды (морской) – классификация степени загрязнённости морской воды, рассчитанной по интегральному комплексному показателю.

Единица измерения: Балл.

Использование в других системах оценки: Не использовался.

Цель: Применение интегрального комплексного показателя, характеризующего загрязнённость морской воды по совокупному присутствию наибольших концентраций четырёх измеренных загрязняющих веществ. ИЗВ характеризует класс качества морских вод и уровень опасности (табл. 3.9).

Международные соглашения, в рамках которых рекомендуется и регламентируется показатель: в каждой стране свои показатели.

Международные целевые показатели или рекомендуемые стандарты. Связь с другими показателями: количество опасных веществ, находящихся в прибрежных морских водах, количество сброшенных опасных веществ в прибрежные воды, объём аварийных разливов нефти при морских перевозках, объём незаконных сбросов нефти в море.

Таблица 3.9 – Класс качества морских вод

Класс качества морских вод	Текстовое описание	Величина ИЗВ в баллах	Уровень опасности
I	Очень чистая	< 0,25	1
II	Чистая	0,25 – 0,74	
III	Умеренно загрязнённая	0,75 – 1,24	2
IV	Загрязнённая	1,25 – 1,74	3
V	Грязная	1,75 – 2,9	
VI	Очень грязная	3 – 5	4
VII	Чрезвычайно грязная	>5	

Концептуальная база. Показатель, рассчитываемый на основании одновременного измерения содержания загрязняющих веществ на одной морской станции.

Методы расчёта. ИВЗ для морских вод рассчитывается по формуле (3.1):

$$\boldsymbol{ИЗВ} = \sum_{i=1}^{4} \frac{\boldsymbol{ПДК_i}}{\boldsymbol{C_1}} \Big/ 4 , \qquad (3.1)$$

где $\boldsymbol{C}$ – концентрация измеряемого вещества; ПДК измеряемого загрязняющего вещества, установленного для водоёмов рыбохозяйственного значения;

4 – строго лимитируемое количество измеренных показателей с наибольшим превышением ПДК, включая растворённый кислород.

Наличие международно-апробированной методологии. Нет.

Требования к мониторингу и сбору данных. По данному показателю накоплены временные ряды значений, выполненные начиная с середины 1980-х годов. Данные публикуются в ежегодниках качества морских вод по гидрохимическим показателям и в государственных докладах о состоянии и об охране окружающей среды.

Трудности и ограничения. Необходимо одновременное измерение загрязняющих веществ (чем больше, тем лучше), но не меньше четырёх.

Наличие баз данных. Для расчёта данного показателя можно использовать уже накопленные данные, охватывающие более чем 30-летний временной период.

Лидирующая организация. Европейское агентство по окружающей среде.

Другие организации и учреждения. Секретариат конвенции по защите морской среды от загрязнения.

Литература

1. Ежегодники качества морских вод по гидрохимическим показателям. М.: Росгидромет.

2. РД 52.24.643–2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 49 с.

3. Санитарные правила и нормы 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Федеральный центр Россанэпиднадзора Минздрава России, 2000 (с изм. от 04.02.2011 г., с изм. от 25.09.2014 г.).

3.5.2 Определение пороговых значений показателей

Перечень явлений, которые считаются опасными, не одинаков для разных районов страны и зависит от экономических, климатических и географических особенностей конкретного региона. Пороговые значения показателей ОПЯ, при которых они считаются опасными и требующими соответствующих предупреждений, различаются для разных географических зон. Пороговые значения показателей могут быть установлены на основании статистических данных или в соответствии с местными требованиями при установлении пороговых значений показателей опасных явлений,

при которых необходимы метеорологические предупреждения вследствие их опасности.

Следует учитывать, что могут существовать несколько пороговых значений в зависимости от изменений климата, рельефа местности, характера производства и т.п. Пороговые значения опасной скорости ветра в разных странах различаются, например, в Швейцарии – 15; Болгарии – 20; Финляндии – 11, 14, 21; ФРГ – 17, 21; России – 15, 25 м/с; интенсивности осадков в Италии – 10 мм за 12 ч; России – 20 мм за 12 ч; Болгарии – 30 мм за 6 ч; Германии – 25 мм за 6 ч и 50 мм за 6 ч; Австралии – 30 мм за 24 часа.

Эксперт, формирующий (пополняющий) БЗ, как правило, пользуется официальными пороговыми значениями основных показателей ОПЯ [57]. Необходимо выделить несколько диапазонов значений показателей для каждого объекта, составить диапазоны значений показателей ОПЯ в зависимости от уровня опасности.

Значения показателей являются теми факторами, которые определяют интенсивность явления и характеризуют его как ОПЯ. Предприятия и население способны без вреда для себя переносить воздействие ОПЯ при определённых значениях их показателей, например ветер до 15 м/с, температура до -25 °С и т. п. Воздействия зависят как от величины опасного значения (Р), так и от длительности воздействия опасности ***(t)*** (рис. 3.8). Для некоторых показателей явлений опасны как низкие, так высокие значения, например для атмосферного давления, влажности воздуха, температуры воздуха (табл. 3.10). Следует

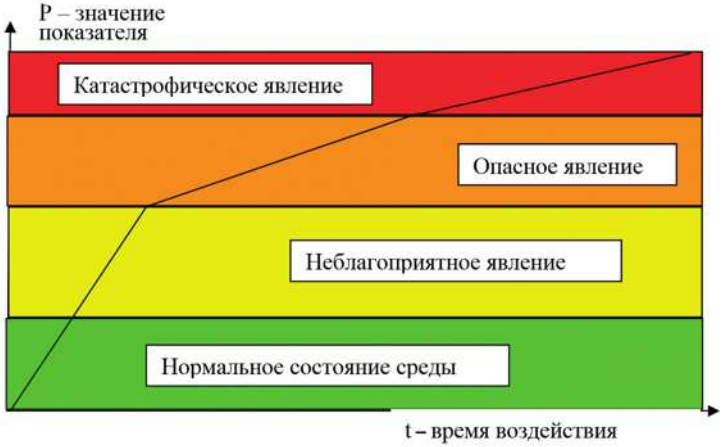

Рисунок 3.8 – Уровни опасности в зависимости от значений показателей

отметить, что у температуры воздуха, воды и почвы есть пороговое значение «переход температуры через нуль градусов», которое учитывается как отдельное ОПЯ – заморозки (переход от плюсовой к минусовой температуре) и оттепель (переход от минусовой к плюсовой температуре).

Таблица 3.10 – Показатели ОПЯ для показателей, у которых опасны минимальные и максимальные значения

Показатели	Ситуации						
	Катастрофическая	Опасная	Умеренно возмущённая	Норма	Умеренно возмущённая	Опасная	Катастрофическая
Температура воздуха, °С	< -35	-35 ÷ -25	-25 ÷ -15	-15 ÷ 15	15 ÷ 25	25 ÷ 30	> 30
Атмосферное давление, мбар	< 985	985 – 994	995 – 1004	1005 – 1015	1016 – 1020	1021 – 1030	>1030
Влажность, %	< 15	16 – 30	31 – 60	60 – 70	71 – 90	91 – 95	> 95

Важной характеристикой ОПЯ является их интенсивность, мощность, амплитуда, магнитуда и т.п. С помощью этих показателей описывается обычно энергетическая мощь ОПЯ, а также его пространственно-временные характеристики. Именно интенсивность гидрометеорологических процессов (скорость ветра, высота волн, значение уровня воды) переводит их в категорию ОПЯ. Например, ветер становится ОПЯ, если его скорость, считая порывы, составляет более 15 м/с на территории не менее 1/3 субъекта Федерации при продолжительности явления не менее 6 ч. Для акваторий арктических и дальневосточных морей это пороговое значение составляет не менее 30 м/с, а для побережий морей и горных районов – не менее 35 м/с. Значения критериев ОПЯ устанавливаются нормативным образом и зависят от их влияния на экономическую деятельность в конкретных географических районах с учётом повторяемости.

Для уменьшения объёмов информации руководителю необходимо выдавать гидрометеорологическую информацию только в случае превышения пороговых значений параметров среды. Для этого каждому объекту экономики необходимо определить пороговые значения показателей, влияющих на различные виды деятельности объекта экономики, например значения уровня воды, влияющие на деятельность морского порта или магазинов на набережной

в Санкт-Петербурге; температура воздуха и осадки при погрузке-разгрузке скоропортящихся грузов.

Для автоматического выявления ОПЯ необходимо создание БД «Пороговые значения гидрометеорологических параметров». При выявлении ОПЯ для типовых объектов учитываются несколько факторов: отрасль, тип объекта; вид деятельности на объекте; расположение сравниваемого наблюдения (точки прогноза); уровень обобщения данных; сезон; климатическая зона.

Конкретизация объектов позволяет задать уточнённые пороговые значения (например, для судна, порта, нефтяного танкера, рыбацкой лодки). Для этого задаётся отрасль, тип объекта, вид деятельности (морской транспорт, морской порт, погрузка – разгрузка, или переход, или стоянка на рейде). Кроме того, при выдаче рекомендаций важно знать уровень управления (для судна – капитан, штурман, механик).

Уточнение вида деятельности, выполняемого на промышленном объекте, позволяет разделить перечень воздействий и список рекомендаций.

В зависимости от географического местоположения объекта меняется воздействие различных параметров на объект. Это позволяет учитывать разницу между нахождением объекта наблюдения, например, на побережье моря или в устье реки.

Сезон года необходим для оценки влияния воздействий отдельных явлений, например, температура воздуха 1–3 °С ниже нуля в зимний период – это гололёдные явления или практически не значима, то в весенне-летний и летне-осенний период это уже опасное явление – заморозки. Определяется по текущей дате наблюдения и таблице пороговых значений.

Для каждой климатической зоны (арктическая, субарктическая, умеренная, умеренно континентальная, континентальная, резко континентальная, субтропическая, тропическая, муссонная, морская) определяются свои пороговые значения.

Уровень обобщения данных (наблюдения, прогноз, климат) определяет различные ситуации и позволяет составить различные перечни рекомендаций.

Вид опасных явлений (геологические, геофизические, метеорологические, агрометеорологические, морские, гидрологические, экологические, пожары в природных экосистемах) используется для классификации ОПЯ и дальнейшего их поиска.

Для получения пороговых значений параметров для каждого типового объекта необходимо анализировать зарегистрированные ранее сведения об ОПЯ. Сведения об ОПЯ имеют следующие атрибуты: идентификатор, наименование опасного явления, водный объект, гидрометеорологическую станцию,

хозяйственный объект, которому угрожает гидрометеорологическое явление, номер карточки хозяйственного объекта, когда создана, кто составил, когда редактировалась, лицо, сделавшее исправления, причина внесения исправлений.

Уточнение георайона для пороговых значений позволяет задавать разные значения для отличающихся климатических зон. Причём конкретизация может доходить до определения пороговых значений для конкретной станции наблюдения или до георайона в несколько километров. Пороговые значения для прогностических значений определяются по ближайшей точке сетки прогноза.

Таким образом, БД «Пороговые значения» должна включать следующие атрибуты: ИД (код параметра); название показателя; широту, долготу левого верхнего и правого нижнего угла; тип геообъекта; название района; ИД объекта; название вида деятельности; сезон года; климатическую зону; уровень опасности; мин и мах значения параметра для данного уровня опасности. Пример формализованных пороговых значений уровней опасности ОПЯ для отдельных объектов экономики и видов деятельности, происходящих на этих объектах, представлен в табл. 3.11.

Таблица 3.11 – Пороговые значения показателей ОПЯ для отдельных объектов экономики и видов деятельности

Страна	Широта, мин.	Широта, макс.	Долгота, мин.	Долгота, макс.	Объекты экономики	Виды деятельности	Показатели ОПЯ	Значения	
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Ветер: скорость, м/с	0	14,9
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Ветер: скорость, м/с	15	19,9
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Ветер: скорость, м/с	20	>20
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Волнение: высота, м	0	1,9
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Волнение: высота, м	2	4,9
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Волнение: высота, м	5	>5
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Температура воздуха, ℃	-50	-10,1
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Температура воздуха, ℃	-10.0	+24,9
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Температура воздуха, ℃	25.0	50
Россия	40	90	7	180	Судно	Переход	Видимость, м	1000	1000
Россия	40	90	7	180	Порт	Работа кранов	Ветер: скорость, м/с	0	4,9
Россия	40	90	7	180	Порт	Работа кранов	Ветер: скорость, м/с	5	11,9
Россия	40	90	7	180	Порт	Работа кранов	Ветер: скорость, м/с	12	50

3.6 Создание баз знаний

3.6.1 Зачем нужна база знаний?

Для развития управления крупными промышленными конгломератами, урбанизированными территориями, которые подвергаются воздействию ОПЯ, необходимо использование БЗ. Для формализации воздействий и рекомендаций необходимо все знания учёных и специалистов, зарегистрированные и не занесённые в литературные источники, ввести в БЗ, предварительно формализовав их. БЗ обладают большими возможностями по сравнению с общепринятыми формами представления знаний.

При создании БЗ ннеобходимо использовать алгоритмы логического вывода, рассматривающие пространственные и временные особенности воздействий и рекомендаций – это важно для разрешения неоднозначности использования выдаваемых воздействий. Для создания базы знаний необходимо структурировать знания по ОПЯ, объектам, видам деятельности, уровням управления, организовать иерархию знаний (по ОПЯ и показателям), создать систему поиска знаний по объектам, ОПЯ, уровням управления, разработать контекстную справку о состоянии базы знаний (для каких объектов, видов деятельности, ОПЯ и диапазонов пороговых значений показателей).

Среди объектов, подвергаемых воздействиям ОПЯ, обычно оказываются: технические системы; сельское хозяйство; недвижимость на территории технического объекта; оборудование, инструменты, расходные материалы; материалы, поступившие в переработку; готовая продукция; население; воздушные объекты; водные объекты; экосистемы на территориях в сфере влияния объекта при его функционировании в штатных ситуациях и при инцидентах различной тяжести; сырьевые хозяйствующие субъекты (рыболовство, водоснабжение, лесное хозяйство); транспортные и коммуникационные объекты.

Руководитель с помощью СППР должен выполнять процедуры реагирования на воздействия ОПЯ на промышленный объект, отказы технологических процессов, повергаемых воздействию ОПЯ. Для того чтобы руководитель промышленного предприятия или органа государственной власти оптимальным образом использовал ГМИ при принятии решений, чтобы был обеспечен правильный ответ системы при различных ОПЯ и возникающих воздействий на деятельность предприятий и населения руководителю, необходимо получить список рекомендаций, которые надо выполнить, чтобы уменьшить или предотвратить эти

воздействия. При этом несмотря на одинаковые сложившиеся условия в каждом конкретном случае на конкретном объекте ситуация отличается от предыдущих подобных ситуаций на этом или других объектах. Связано это с тем, что на принятие решений на каждом объекте влияет состояние самого объекта (количество работающих, состояние инфраструктуры предприятия, наличие автотранспорта, удалённость от уреза воды, лесных массивов и т.п.).

БЗ СППР будет развивающимся коллективным разумом. Например, на первом этапе мы оцениваем только выделенные человеком ОПЯ по заранее заданным пороговым значениям показателей (скорость ветра, атмосферное давление, интенсивность и сумма выпавших осадков). Здесь будут работать простые правила: для каждого ОПЯ создаётся максимально возможный перечень воздействий для всех типовых объектов. Потом добавляются уровни опасности, то есть рассматриваются правила, когда показатель явления ещё не достиг порогового значения, но его воздействие уже проявляется; или когда показатель достиг порогового значения и когда он значительно превышает пороговое значение. Далее правила надо рассматривать уже с учётом всех влияющих на объект показателей. То есть при переходе от простой ситуации к сложной число учитываемых показателей будет увеличиваться.

Создание БЗ для различных объектов и ОПЯ позволяет более эффективно использовать информацию об их воздействиях на население и предприятия. Рекомендации для принятия превентивных мер на основе базы знаний становятся более ясными, полными и однозначными; руководители и население будут более информированы и готовы к действиям.

В идеальном варианте при различных ОПЯ планы действий на основе рекомендаций должны неукоснительно выполняться. Действия и ответственность руководителей за бездействие должны определяться в законодательном порядке. После придания использованию рекомендаций законодательной силы они должны строго соблюдаться.

3.6.2 Выявление знаний

Для создания БЗ «Сведения о воздействиях и рекомендации» необходимо определить единицу описания, выбрать атрибуты описания, определить свойства атрибутов на основе изучения, анализа и классификации опасностей, действий. Если за единицу БЗ взять ситуацию, определяющую один из трёх уровней опасности (жёлтый, оранжевый, красный), четырёх этапов принятия решений (до – на основе климатических и прогностических данных, в период

– наблюдения, после явления – прогноз и наблюдения), для 50 объектов, 5 видов деятельности, то исходя из 50 ОПЯ общее количество ситуаций может составлять около 150 000. Примеры формализованных сведений о воздействиях и рекомендации представлены по адресу http://armexpert.oceaninfo.ru:81/.

Практически любой промышленный объект имеет достаточно сложную архитектуру, элементы которой отслеживаются разными ИС. Поэтому сложный объект необходимо разбить на более простые составляющие и отслеживать отдельно влияние на них ОПЯ. Декомпозиция объекта воздействия может включать: промышленный объект –вид деятельности – технологическую установку – оборудование – элемент технологического оборудования. Выявление воздействий для каждого уровня декомпозиции позволяет работать с ними отдельно и параллельно (независимо друг от друга). Например, разные суда в один и тот же момент находятся в разном положении (в порту, на якоре, на переходе, в ремонте). Это позволяет распараллелить создание БЗ, использовать отдельные блоки знаний для разных объектов, видов деятельности. Аналогично распределение воздействий и рекомендаций по уровням управления объектом позволяет выделить соответствующие блоки знаний.

При создании БЗ анализируются выполненные ранее действия многих руководителей в период ОПЯ, обобщается их поведение, затем производится формализация воздействий и рекомендаций для включения в БЗ. А потом система предлагает выполнять эти действия другим руководителям в аналогичных ситуациях. Система только выдаёт сведения о воздействиях и рекомендации, а решение принимает руководитель, который может иметь больше информации о сложившейся обстановке на объекте.

Прежде чем применить знание, накопленное в книге, человек должен найти его, интерпретировать для решения конкретной задачи. Тем самым затрудняется и замедляется процесс подготовки решения, в то же время на практике использование знаний и принятие решений должно происходить сразу же после получения исходной информации, т.е. в реальном масштабе времени. Кроме того, в традиционных формах хранения знаний серьёзно затрудняется процесс изменения и введения новых знаний.

Из-за сложности промышленных объектов нет надежды на то, что исходные знания о них и способах защиты от воздействий ОПЯ будут достаточно полны. Поэтому средства СППР должны иметь возможность корректировать и пополнять знания об объекте и методах управления им. СППР может эффективно применяться там, где проводятся учёт ущербов от воздействия ОПЯ и расчёт стоимости превентивных мероприятий.

Собранные ранее рекомендации из различных источников необходимо:

– отредактировать, основываясь на собственных знаниях и компетенциях;

– воспользоваться знаниями, накопленными специалистами предприятий, которые подвергаются воздействию ОПЯ;

– привлечь к редактированию новых экспертов, в том числе научных сотрудников, занимающихся проблемами исследования того или иного ОПЯ;

– применить инструменты горизонтальных связей для коллективного обсуждения и принятия взвешенных экспертных рекомендаций.

Интеграция знаний должна координироваться, каждый эксперт может вносить новые знания. В результате, можно сформировать в сети саморазвивающееся информационное пространство, включающее как данные, так и знания. Эти знания можно будет применять для оптимизации транспортных потоков, экономии энергетических и сырьевых ресурсов, сокращения выбросов CO_2, создания оптимальных условий эксплуатации земельных, лесных, водных ресурсов, нормализации экологии человека и природы, и всё это производят с учётом состояния окружающей среды.

При прохождении ОПЯ руководителю необходимо учитывать большое число взаимосвязанных, а иногда и противоречивых факторов, он должен выявлять проблемные ситуации, искать, находить и принимать оптимальные управляющие решения. При этом руководитель в большинстве случаев может производить это в условиях, когда отсутствует полная информация о сложившейся ситуации.

Руководитель ищет ответы на вопросы. Что произошло? Когда произошло? Где произошло? Что, когда и где может случиться на объекте в период ОПЯ? Что можно сделать, чтобы уменьшить или предотвратить ущерб? Как эффективна реализация действия? Какие рекомендации выданы руководителю? Как эффективно были использованы решения?

Для работы с БЗ должны использоваться следующие возможности:

– распознавание ситуации (Какие события имеют место?);

– поиск описания ситуации (Какие знания необходимо использовать?);

– согласование воздействий и рекомендаций (Применимы ли найденные знания в конкретных условиях рассматриваемого объекта?);

– выдача воздействий и рекомендаций руководителям (Что надо сделать, чтобы уменьшить воздействия?).

На объектах промышленности имеются планы действий различных служб на случай ОПЯ. В период нормальных условий разрабатываются инструкции, которые позволяют подготовиться к ОПЯ и отклонениям условий от нормы

так, чтобы не могло возникнуть никаких проблем с точки зрения безопасности людей и имущества. В инструкциях предусмотрено всё или почти всё на случай ОПЯ (заблаговременность подготовки помещений, спасательных средств, проведение инструктажа и т. п.). Все меры в области подготовки к ОПЯ проводятся насколько возможно и необходимо до их начала. Во время и после прохождения явлений выполняются свои комплексы мероприятий. Таким образом, на стадии подготовки к ОПЯ фактически производится программирование решений.

При создании БЗ должны использоваться всевозможные виды неструктурированных знаний – учебники, методические рекомендации, практические руководства, часто задаваемые вопросы, социальные программы и новости. Эта информация обрабатывается и преобразуется в полуформализованную информацию. В процессе редактирования содержимого используемых документов обращается внимание на дублирование воздействий и рекомендаций, при этом отсеиваются воздействия и рекомендации, которые устарели, стали бесполезными или были получены из потенциально ненадёжных источников.

В большинстве государственных организаций существуют административные регламенты, для большинства рабочих мест разработаны должностные инструкции, в которых определён перечень, условия и правила выполнения работ в период ОПЯ. Технические регламенты разрабатываются на основе международных и национальных стандартов, принимаются в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды. В них содержатся исчерпывающие перечни объектов регулирования, в отношении которых определяются воздействия и рекомендации с учётом всех категорий населения и промышленных объектов, устанавливаются правила поведения, обеспечивающие безопасность населения и промышленных объектов в случае ОПЯ, а также учитывают климатические и географические особенности местоположения.

Эти регламенты, инструкции, рекомендации в своей совокупности могут и должны помочь создать систему управления, которая, будучи постоянно пополняемой (совершенствуемой), будет доступна всем, поскольку СППР представляет систему взаимосвязанных человеческих действий, которые позволяют более эффективно организовать (связать) различные производственные и организационные процессы. Наиболее эффективен такой процесс управления при различных чрезвычайных ситуациях, авариях и других неординарных ситуациях, т.к. при этом можно учесть взаимодействие различных организаций. При этом не надо полагаться ни на память, ни на опыт, ни на аккуратность и прочие индивидуальные

качества руководителя, так как можно заранее учесть все возможные ситуации, воздействия, рассчитать возможный ущерб, определить перечень превентивных мероприятий и их стоимость. Кроме того, часть выполняемых решений можно перевести на действия, выполняемые механическими и другими устройствами, средствами. Например, если температура воздуха на улице понизилась, то автоматически срабатывает система повышения температуры в системе управления теплоснабжением. Таким образом, управленческий процесс намного упростится, и в некоторых случаях он станет излишним, так как все действия заранее согласованы и роль руководителя сведётся к наблюдению за их выполнением.

Для согласования действий во время отрыва льда с людьми (рыбаками) имеются следующие нормативные документы: «Методические рекомендации по разработке Плана обеспечения безопасности на водных объектах Российской Федерации в зимний период» (Утв. МЧС России 01.07.2013 № 2-4-87-15-14), «Положение о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России» (М.: МЧС России. 1995. Утв. МЧС РФ 21.06.1995, Минобороны РФ 18.04.1995, Минтрансом РФ 29.03.1995, Минтопэнерго РФ). Кроме того, имеется множество инструкций и памяток населению для отдельных или типовых ситуаций. К сожалению, «Никакая инструкция не может перечислить всех обязанностей должностного лица, предусмотреть все отдельные случаи и дать впредь соответствующие указания, а потому господа инженеры должны проявлять инициативу и, руководствуясь знаниями своей специальности и пользой дела, прилагать все усилия для оправдания своего назначения» (*Циркуляр Морского технического комитета № 15 от ноября 29 дня 1910 г.*).

В отличие от текстов, в виде которых информация представлена в документах, знания должны быть структурированы, т.е. представлены в виде набора информационных элементов (объектов) и отношений между ними. Для создания БЗ надо иметь наблюдённые и прогнозные значения показателей ОПЯ, вероятность их возникновения; определить виды, степень, значимость воздействий. Пороговые значения показателей и дополнительные критерии должны быть определены для объектов, чтобы установить уровни опасности.

Управление знаниями включает процессы:

– создания БЗ, в том числе в процессе индивидуального или коллективного обучения руководителей предприятия;

– формализации знаний – определение правил и процедур для представления, обработки и формализации знаний на основе разработанных принципов формирования БЗ, сюда же относится представление знаний в структурированном виде;

– сохранения знаний – создание мастер-копий БЗ в организации, ответственной за её поддержку;

– диффузии знаний – распространение БЗ в виде рабочих версий для различных объектов среди руководителей и обеспечение доступа к ним;

– координации и контроля знаний – обеспечение того, чтобы знания регулярно пополнялись, корректировались на основе накапливаемого опыта их использования.

Это требует наличия системы для создания и поддержки хранилищ знаний, а также систем, которые содействуют обмену знаниями и стимулируют обучение персонала. В организации должна появиться должность инженера по знаниям, который должен:

– составить список ОПЯ и их показателей, влияющих на объект и его виды деятельности, установить уровни опасности и другие свойства;

– составить список ситуаций для выбранного объекта, вида деятельности, всех уровней опасности, сезона года;

– описать ситуации для каждого ОПЯ (до, в период и после явления);

– сгенерировать и оценить возможные воздействия на объект и его виды деятельности;

– сформулировать рекомендации на основе обобщения опыта, накопленного для этих ситуаций;

– использовать существующие классификации воздействий и рекомендаций;

– выявить новые воздействия и рекомендации на основе научных исследований;

– удалить воздействия, которые невозможны для рассматриваемого объекта;

– расставить приоритеты для воздействий и рекомендаций.

Наиболее трудоёмким и ответственным этапом создания СППР являются сбор и формализация сведений о воздействиях ОПЯ на объекты и виды деятельности, а также рекомендаций для проведения превентивных, аварийно-спасательных, восстановительных и других мероприятий. Для этой цели необходимо привлекать экспертов – специалистов из предметной области, для которой создаётся БЗ. Однако знания хранятся в их памяти в виде неформализованных сведений, навыков, умений и т.д. Кроме того, руководители не являются специалистами в области ИТ, поэтому с ними всегда должен работать инженер по знаниям.

Возможны три режима взаимодействия инженера по знаниям с экспертом: протокольный анализ, интервью, игровая имитация профессиональной деятельности. Протокольный анализ заключается в фиксации «мыслей вслух» эксперта во время принятия решений и последующем анализе полученной

информации. В режиме интервью инженер по знаниям ведёт с экспертом активный диалог, направляя его в нужную сторону. При игровой имитации эксперт помещается в ситуации, похожие на те, в которых протекает его профессиональная деятельность. Наблюдая за его действиями в различных ситуациях, инженер по знаниям формирует свои соображения об экспертных знаниях, которые впоследствии могут быть уточнены с экспертом в режиме интервью. То есть режим интервью является одним из важнейших методов приобретения знаний.

С контуром настройки работают эксперты со стороны объекта управления. В случае необходимости могут быть привлечены постановщики задач. Инженер по знаниям должен записывать причинно-следственные отношения, соответствующие уровню опасности ОПЯ или выбирать воздействия и рекомендации из предложенного компьютером списка воздействий и рекомендаций. Основным инструментом оценки воздействий выступает причинно-следственный анализ причин возникновения ОПЯ, а также возможных краткосрочных и долговременных последствий от прохождения этих ОПЯ. При анализе ситуаций следует оценить масштаб ОПЯ (локальный, региональный, глобальный), его повторяемость, время реагирования, уровень опасности, возможности предотвращения сложившейся ситуации. Источники знаний и их использование различными средствами представлены на рис. 3.9.

При выработке стратегических управляющих решений в области техногенных рисков широко используются все методы: формальный анализ, метод аналогий, экспертные оценки.

Экспертные оценки в области управления рисками являются мощным методом выработки решений. Эксперт пользуется своим опытом и профессиональной интуицией. Чтобы свести к минимуму ошибки или просто исключить неверные решения, применяются методы квалификации экспертов, сравнение экспертных оценок [33]. С помощью данного метода могут приниматься решения, не укладывающиеся в схему баланса «затраты – выгоды», например, при учёте психологических аспектов управления риском. Такие аспекты постоянно возникают при обсуждении рисков на уровне населения и в международных отношениях.

В СППР должна использоваться не классическая БЗ в виде фреймов, правил и семантических сетей, а БД пороговых значений показателей ОПЯ в зависимости от типа объекта, вида деятельности, месторасположения объекта (координаты или район), уровня опасности, сезона года, климатического района. Пороговые значения фактически определяют условия, по которым выделяется ОПЯ. А так как для каждой ситуации заранее определяется список возможных воздействий и рекомендаций, то для каждой выделенной ситуации с ОПЯ руководитель добавляет списки воздействий и рекомендаций.

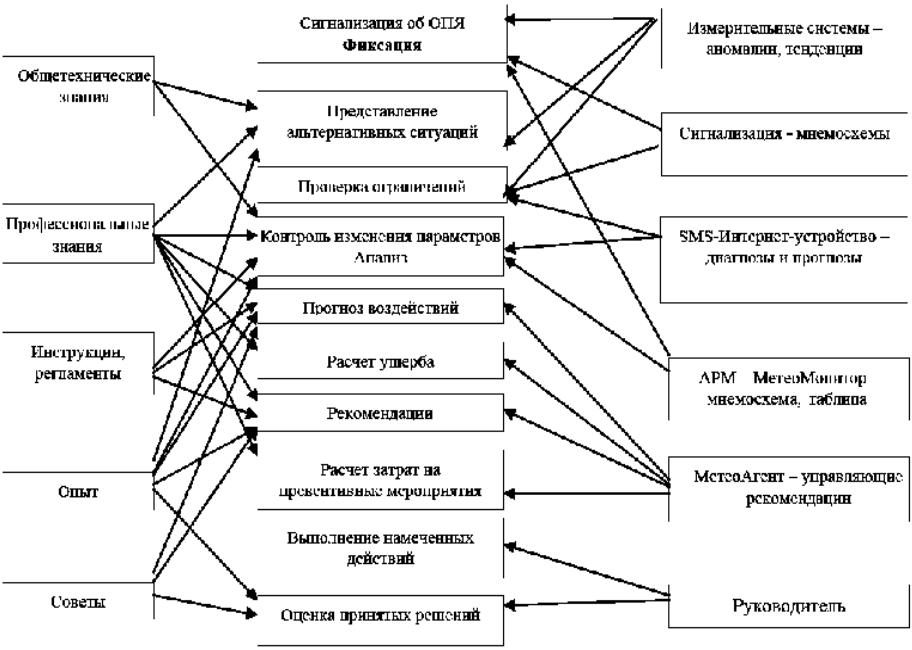

Рисунок 3.9 – Источники знаний и их использование различными средствами

В БД должны содержаться оперативные, исторические, климатические и прогнозные данные в виде временных рядов, сеточных данных, нерегулярных данных и текстовых сообщений. Исходные данные используются для выделения аномалий, градиентов, других вычисленных значений параметров, которые являются показателями ОПЯ (например, тенденция атмосферного давления, аномалия температуры воздуха).

Основной функцией настройки СППР является получение данных, сведений и знаний от руководителя о:

– промышленном объекте (его характеристиках – числе работающих, наличии транспорта для эвакуации, ОПЯ и показателях, влияющих на объект);

– влиянии ОПЯ на объект и выполняемых видах деятельности на нём;

– рекомендациях, собираемых на основе архивных данных и мнений экспертов.

Администратор системы несёт ответственность за работоспособность системы в целом, её компонентов (БЗ, БД), доступ к системе различных категорий потребителей.

3.7 Применение моделей в системе поддержки принятия решений

3.7.1 Общие сведения об использовании моделей для принятия решений

На этапах планирования и исполнения рекомендаций руководитель должен использовать экономические модели оценки возможных ущербов и расчёта стоимости превентивных мероприятий с использованием экономических показателей промышленных объектов. Использование моделей позволяет выдавать более эффективные мероприятия, чем предусмотренные имеющимися инструкциями.

Модели, используемые в СППР, бывают нескольких типов:

– модели прогноза условий среды на основе текущих данных;

– модели для вычисления расчётных характеристик (показателей ОПЯ);

– модели прогноза воздействий (пока такие модели используются наиболее часто в экологии и для некоторых ЧС – землетрясения) – оптимизационные модели;

– модели оценки воздействий условий среды на промышленные объекты (уточнение воздействий), такие модели позволяют более точно оценить возможные воздействия с учётом характеристик объекта;

– модели расчёта возможных ущербов;

– модели уточнения рекомендаций (оптимизация решений);

– модели оценки выбора решений из нескольких альтернативных.

В области гидрометеорологии методы прогноза условий среды стандартизированы и в большинстве случаев реализованы в виде программных средств. В СППР должны использоваться уже конечные результаты прогнозов. В то же время применение простых методов прогноза отдельных показателей в точке с различным временным разрешением может существенно расширить применение прогностических данных с различной заблаговременностью. Модели оценки воздействий условий среды на промышленные объекты – это иногда сложные программные приложения, и они очень индивидуальны и разрабатываются по заказу, например, при строительстве крупных гидротехнических сооружений, которые являются защитными сооружениями от наводнений, селей и т.п. Включение таких моделей в СППР нецелесообразно, т.к. это, как правило, одноразовые задачи, применимые на этапе проектирования объекта.

Модели расчёта воздействий, уточнения решений и экономические модели подключаются после выдачи СППР на экран воздействий и рекомендаций. Эти модели представляют собой, как небольшую программу, например расчёт уменьшения скорости судна от воздействия ветра и волнения, так и сложные пакеты прикладных программ, например решение многокритериальных задач при наличии альтернативных предложений по проектам мероприятий (рекомендаций).

ЭММ применяются в случае выдачи рекомендаций по проектам превентивных мероприятий, требующих больших материальных затрат на их выполнение или при ограничении времени до начала явления (например, необходимо рассчитать ресурсы для эвакуации людей и имущества). Предлагаемое ЭВМ решение не учитывает многих сторон производственной деятельности и отношений между людьми. Решение, принимаемое на основе рекомендаций СППР и уточнённое с помощью модели, принимается на основе вариантного анализа и оценки возможностей. Последнее повышает степень обоснованности, целесообразности и экономической эффективности решения, так как позволяет быстрее и правильнее ориентироваться в меняющихся условиях, воспринимать и анализировать, намечать наиболее целесообразные решения. ЭММ должны помочь разрешить наиболее важные проблемы использования информации о состоянии окружающей среды в различных отраслях, не противоречить существующему хозяйственному механизму, требовать определения сравнительно небольшого числа показателей, использовать только те исходные данные, которые фиксируются в хозяйственной практике.

Первоочередной задачей является количественное описание реакции исследуемого объекта на воздействия ОПЯ. К примеру, если речь идёт о начале льдообразования в порту, то необходимо знать потери от простоя судов, затраты на использование ледокола. Аналогичным образом должна быть проанализирована и количественно охарактеризована эффективность проводимых хозяйственных мероприятий, т.е. в какой степени снижаются потери, если применён ледокол при раннем льдообразовании в порту (такая ситуация наблюдается в особенно суровые зимы в портах Чёрного моря). В конечном итоге на основании этих исследований должна быть построена так называемая функция полезности, определяющая результативность функционирования рассматриваемой системы при возможных сочетаниях условий среды и принимаемых хозяйственных решений.

Рассмотрим более подробно модели, связанные с оценкой возможного ущерба, расчётом стоимости превентивных мероприятий и выбором альтернативных решений.

3.7.2 Методы оценки возможного ущерба

Материальный ущерб принято оценивать в натуральных и денежных единицах. Сводку о материальном ущербе обычно дают в натуральных единицах, например количество разрушенных мостов, домов, промышленных зданий, количество повреждённых зданий, число летальных исходов, число заболевших лиц, число раненых и травмированных и т.п. Для оценки необходимости проведения превентивных мероприятий руководителю требуется информация в виде возможного экономического ущерба от явления, стоимости превентивных мероприятий для предотвращения ущерба.

Под ущербом понимается либо непосредственное уменьшение прибыли, либо суммарные потери живого и овеществлённого труда, части потенциальной прибыли, которую бы могло получить предприятие, если бы работало в нормальных условиях. Модель расчёта ущерба включает учёт как прямых, так и косвенных показателей экономического ущерба [79]. Показатели прямого экономического ущерба – это в основном определённые в стоимостном измерении элементы материального ущерба, вызванного ОПЯ, 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, её порчей или уничтожением.

При подсчёте ущерба необходимо также учитывать упущенную прибыль в результате случившегося инцидента, затраты на ликвидацию последствий ОПЯ и компенсационные выплаты. Ущерб от ОПЯ может быть классифицирован следующим образом [79] (рис. 3.10).

Возможный ущерб ($U_в$), который мог бы иметь место, если бы информация о состоянии окружающей среды не использовалась. **Предотвращённый ущерб ($U_п$)** – связан с успешным использованием информация об ОПЯ путём принятия защитных мер.

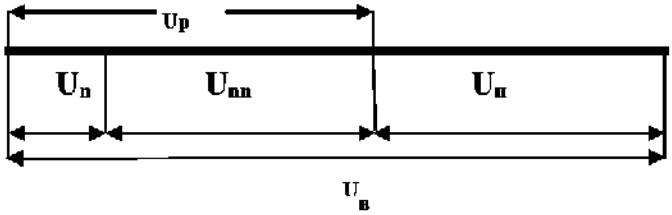

Рисунок 3.10 – Классификация хозяйственного ущерба [79]

Реальный ущерб (U_p), который наблюдается при использовании информации, показывает зависимость производственной деятельности от ОПЯ и включает потенциально предотвратимый и неизбежный ущерб. В отраслях, где информация об ОПЯ используется слабо или вовсе игнорируется, реальный ущерб будет равен возможному ущербу. В случае полного учёта информация о состоянии окружающей среды и принятии необходимых мер реальный ущерб можно принять как допустимый. Величина реального ущерба определяется степенью воздействия (интенсивностью и продолжительностью) ОПЯ на объект, стоимостью этого объекта, заблаговременностью проведения предупредительных мер, а также рациональным планированием работ.

Потенциально предотвратимый ущерб ($U_{пп}$) – та часть реального ущерба, которая может быть предотвращена как путём совершенствования существующей методики прогнозирования, так и повышения качества использования прогнозов погоды. Этот ущерб является резервом повышения экономической эффективности ГМО экономики страны. Предотвращённый и потенциально предотвратимый ущерб не имеют чёткой границы. Они могут частично и полностью переходить одни в другие. Потенциальный ущерб от ОПЯ может содержать материальный ущерб, связанный с утратой имущества предприятий, культурных ценностей, здоровья населения, полным или частичным уничтожением имущества физических лиц. Кроме того, возможен ущерб экосистемам, окружающей среде. Появляются затраты, связанные с исками со стороны потерпевших ущерб сторон, штрафами за последствия инцидента, стоимостью восстановительных работ и ликвидацией последствий инцидента на территории поражения. Уменьшение потенциального ущерба зависит от времени. Для медленно протекающих ОПЯ уже на стадии развития этих явлений возможно принятие мер быстрого реагирования: эвакуация населения и имущества, остановка и консервация предприятий, установка дополнительных защитных сооружений. Например, ущерб от аварийного загрязнения нефтью зависит от времени воздействия нефти на объекты живой природы, а также от объёмов пролитой нефти. Срочные меры по сбору пролитой нефти уменьшают потенциальный ущерб живым организмам и соответствующие экологические риски. Стоимость борьбы с последствиями негативных явлений может оказаться весьма высокой и сравнимой с потенциальным ущербом. Экономически может оказаться невыгодным применение этих методов. Вместе с тем, если ущерб наносится жизни и здоровью людей, значимым экосистемам и территориям, эти методы применяются невзирая на их стоимость.

Непредотвратимый (неизбежный) ущерб ($U_н$) – тот ущерб, который нельзя предотвратить, если даже ОПЯ заблаговременно предусмотрено прогнозом или штормовым предупреждением. Непредотвратимый ущерб от ОПЯ определяется: прекращением отдельных видов производственных работ; потерей груза при волнении; ухудшением качества перевозимой лесной продукции; разрушением или необходимостью ремонта оборудования; уменьшением балансовой стоимости основных фондов объектов рекреации, туризма, производства, жилого фонда; уменьшением выпуска продукции (материалов); простоем объекта при необходимости выплачивать зарплату в период ОПЯ; увеличением времени на выполнение работ. В результате воздействия ОПЯ появляются отказы технических устройств и аварии, отключения систем жизнеобеспечения (водо-, газо-, теплоснабжения), вызванные сбоями электропитания из-за молнии; возникают разрушения несущих конструкций под воздействием сильного ветра вследствие дефектов или усталости использованных при строительстве материалов; наблюдаются простои технологических процессов; могут возникнуть пожары. Ущерб от этих воздействий также является непредотвратимым.

В сельскохозяйственном производстве непредотвратимый ущерб от ОПЯ определяется гибелью сельскохозяйственной продукции (зерновых, трав, ягодников, садов, виноградников, скота) из-за затопления, подтопления; заилением пойменных сенокосов и пастбищ; смывом плодородного слоя пахотных земель; порчей, потерей запасов зерна, семян, сена и другой убранной сельскохозяйственной продукции в натуральном и переработанном виде; недобором чистого дохода в связи со снижением урожайности сельскохозяйственных культур из-за недополива орошаемых земель в результате разрушения или повреждения водозаборных сооружений; переуплотнением почвогрунтов, ухудшением мелиоративного состояния пахотных земель площадей многолетних насаждений; дополнительными работами при выращивании сельскохозяйственных культур, находящимися в зоне затопления; уничтожением запасов удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов; потерей земель в результате строительства инженерных защитных сооружений в оползневой зоне; выбытием и изъятием земель сельскохозяйственного назначения.

Например, список ущербов, вызванных с разливом нефти, включает:

– затраты на операции по очистке воды и побережья от нефти;

– затраты на скальпирование верхнего слоя почвы у береговой линии со всей жизнью, расположенной в ней;

– затраты на ликвидацию последствий разлива;

– ущерб рыбной индустрии;

– ущерб владельцам судна (утрата танкера);

– ущерб собственникам груза (утрата груза нефти);

– ущерб окружающей среде – погибло множество морских птиц, животных, а также многие живые организмы;

– затраты на выплаты страховки за различные виды ущерба;

– потери, возникающие у третьих лиц (потребителей нефти);

– ущерб от залитых нефтью побережий вдоль морских путей транспортировки нефти;

– ущерб от отравления воды в месте разлива нефти;

– ущерб от загрязнения воздуха на огромных территориях;

– ущерб от аварийного загрязнения нефтью зависит от времени воздействия нефти на объекты живой природы, а также от объёмов пролитой нефти.

Формулы для оценки возможного ущерба [43] и затрат показаны в табл. 3.12**.**

Оценка экономических последствий учитывается при расчете риска (3.2):

$$\boldsymbol{R} = \sum_{\boldsymbol{A}} \boldsymbol{P}(\boldsymbol{A})\boldsymbol{Э}_{\boldsymbol{A}}, \tag{3.2}$$

где $\boldsymbol{A}$ – явление, $\boldsymbol{P(A)}$ – вероятность явления, $\boldsymbol{Э}_{\boldsymbol{A}}$ – вероятность экономических последствий (стоимость превентивных работ, ущерб, простои и т.п.).

Для расчёта различных видов ущерба $\boldsymbol{(Z)}$ применяется формула (3.3):

$$\boldsymbol{Z} = \sum_{1}^{n} \boldsymbol{SN}, \tag{3.3}$$

где $\boldsymbol{S}$ – стоимость единицы продукции; $\boldsymbol{N}$ – количество единиц.

В МЧС России используются программы расчёта возможных разрушений при землетрясениях, а также числа погибших и раненых. Создана компьютерная программа «Расчёт вероятного количества погибших и спасённых пострадавших с комбинированными повреждениями в морских катастрофах», которая позволяет путём введения параметров условий ЧС (количество пассажиров на судне, время начала спасательной операции, температура морской воды, удалённость от берега и т.п.) рассчитать количество погибших в катастрофе и структуру пострадавших – с острыми переохлаждениями лёгкой, средней, тяжёлой степени, ожоговыми травмами, комбинированными механохолодовыми, механоожоговыми, механоожоговохолодовыми травмами с доверительным интервалом ±10 %.

Таблица 3.12 – Формулы для расчёта ущербов

Возможные потери, ущербы	Показатели для расчёта	Формула для расчёта
Оценка возможного ущерба		
Общий материальный ущерб **(S)** от ОПЯ	S_1 – потери от простоя рабочих, вызванного ОПЯ, на производственных участках, тыс. руб., T_i – время простоя в часах в период ОПЯ; m – число участков; $З_ч$ – тарифная почасовая ставка, тыс. руб.; N_1 – количество рабочих, простаивавших в период ОПЯ). S_2 – потери, связанные с оплатой пострадавшим времени, не доработанному в день прохождения ОПЯ, тыс. руб. $t_з$ – время, не доработанное до конца смены. N_2 – количество пострадавших рабочих. S_3– потери, связанные с лечением пострадавших, тыс. руб.; t_4 – время лечения в стационаре, дни; R_1 – стоимость лечения в стационаре, тыс. в сутки; t_s – общее число дней нетрудоспособности; R_2 – стоимость амбулаторного лечения, тыс. руб. сутки; N_3 – количество пострадавших рабочих. Можно при расчёте затрат на лечение использовать $S_л$ – среднюю стоимость лечения одного пострадавшего, умноженную на количество пострадавших **(M_p)**. S_4 – потери, связанные с доплатой пострадавшим до среднего заработка в случае перевода на лёгкий труд с более низкой заработной платой, тыс. руб. $З_ф$ – часовая тарифная ставка пострадавших по месту выполнения лёгких работ, тыс. руб. в день; t_6 – число дней, отработанных на лёгких работах; N_4 – количество пострадавших рабочих. S_5 – потери, вызванные неполучением продукции в период прохождения ОПЯ, тыс. руб. Объём недополученной продукции **($V_н$)**, равный среднему выпуску в сутки; стоимость единицы продукции **($C_{едп}$)**.	$S = \sum_{i=1}^{18} S_i$ $S_1 = \sum_{i=1}^{m} T_i N_1 З_ч$ $S_2 = N_2 t_3 З_ч$ $S_3 = N_3 t_4 R_1 + (t_s - t_4) R_2$ или $S_3 = S_л M_p$ $S_4 = N_4 (З_ч - З_ф) t_6$ $S_5 = V_н C_{едп} T$

Продолжение таблицы 3.12

	S_6 – потери, вызванные неполучением продукции в период лечения пострадавших, тыс. руб.	$S_6 = V_н C_{едп} t_4$
	S_7 – потери, вызванные недополучением продукции в период занятости лёгким трудом, тыс. руб.	$S_7 = V_н C_{едп} t_6$
	S_8 – потери, связанные с оплатой листка временной нетрудоспособности травмированных или которые могут заболеть в результате ОПЯ, тыс. руб.; $З_н$ – средний размер пособия по временной нетрудоспособности.	$S_8 = N t_4 З_н$
	S_9 – потери, связанные с ремонтом и списанием испорченного оборудования, инвентаря, механизмов и др. тыс. руб. K – количество пострадавшего оборудования; $t_р$ – время ремонта единицы оборудования.	$S_9 = K t_р З_ф$
	S_{10} – потери, связанные с порчей произведённой продукции (материалов), (подмокание, механические повреждения, полная потеря, размораживание, др.), дополнительной амортизации основных фондов, тыс. руб. Объём продукции **(V)**; стоимость единицы продукции **($C_{едп}$)**; стоимость утилизации испорченной продукции **($C_{утил}$)**; стоимость страхования **($C_{страх}$)**; процент порчи **(P)**; n – количество типов продукции.	$S_{10} = \sum_{i=1}^{n} C_{едп} VP + C_{утил} - C_{страх}$
	S_{11} – Денежная оценка потерь – погибших – «среднестатистических» людей (М). Среднегодовая производительность труда человека, в рублях **(Пт)**; средняя продолжительность работы человека, в годах **(N)**; коэффициент среднегодового прироста производительности труда **(Кт)**, например, на 1 % **Кт** = 1.01; ожидаемое количество погибших **(Л)**.	$S_{11} = П_т Т Л К_т$
	S_{12} – ущерб в связи с прекращением отдельных видов производственных работ, где $S_у$ – стоимость работ (50 % тарифной ставки) за 1 час; T_s – время, на которое предположительно прекратятся работы, час.	$S_{12} = T_s S_W$

Продолжение таблицы 3.12

	S_{13} – Ущерб в связи с недополучением прибыли транспортными организациями, где T_I – количество дней перерыва в перевозках; P_1 – средняя сумма прибыли за перевозку 1 т груза на расстояние 1 км; D – протяжённость участка, на котором отразилось прекращение движения.	$S_{13} = T_I P_1 D$
	S_{14} – Ущерб, связанный с ремонтом зданий после ОЯ, где C_R – средняя стоимость ремонта; S_A – площадь зданий, сооружений, подверженных воздействию ОПЯ.	$S_{14} = C_R S_A$
	S_{15} – Ущерб от гибели объекта, где C_o – балансовая стоимость объекта при гибели (полном уничтожении) объекта; n – количество погибших объектов; $C_{страх}$ – выплаты Госстраха.	$S_{15} = \sum_{1}^{n}(C_0 - C_{страх})$
	S_{16} – потеря прибыли за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства, где P_d – средняя величина прибыли, приходящаяся на один отработанный человеко-день; N – количество трудящихся; P_{dis} – количество человеко-дней нетрудоспособности.	$S_{16} = P_d N P_{dis}$
	S_{17} – Ущерб от прекращения работ объектов рекреации, туризма, отдыха, где T_{DL} – количество потерянных дней из-за ОПЯ; E_T – удельный эффект от пребывания одного человеко-дня.	$S_{17} = T_{DL} E_T$
	S_{18} – Ущерб от потери приобретаемой продукции, где V – объём продукции; $C_{едп}$ – стоимость единицы продукции; C_d – затраты на доставку продукции.	$S_{18} = C_{едп} V + C_d$
Ущерб в связи с прекращением отдельных видов производственных работ ($З_{пт}$)	Стоимость работ (50 % тарифной ставки) за 1 час ($S_{пт}$), время, на которое прекратились работы (Ч), часы.	$З_{пт} = Ч S_{пт}$
Ущерб в связи с неполучением прибыли транспортными организациями ($У_{тр}$)	Среднесуточный объём перевозок грузов ($О_{срп}$); количество дней перерыва в перевозках ($Т_{дн}$); средняя сумма прибыли за перевозку 1 т груза на расстояние 1 км ($П_р$); протяжённость участка, на котором отразилось прекращение движения ($Д_л$).	$У_{тр} = Т_{дн} П_р Д_л$

Продолжение таблицы 3.12

Ущерб, связанный с ремонтом зданий после ОПЯ ($У_р$)	Средняя стоимость ремонта ($С_р$), площадь зданий, сооружений, подверженных воздействию ОПЯ (S).	$У_р = S\,С_р$
Ущерб от гибели объекта ($У_г$)	Балансовая стоимость объекта ($С_о$) при гибели (полном уничтожении) объекта; количество погибших объектов (n); выплаты Росстраха ($С_{тр}$).	$У_г = \sum_{1}^{n}\left(С_о - С_{тр}\right)$
Потеря прибыли за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства ($П_п$)	Средняя величина прибыли, приходящаяся на один отработанный человеко-день ($П_{чд}$); количество трудящихся, ($Б$); количество человеко-дней нетрудоспособности ($Р$).	$П_п = П_{чд}\,Б\,Р$
Ущерб от прекращения работ объектов рекреации, туризма, отдыха ($У_т$)	Количество потерянных дней из-за ОПЯ ($К_д$); удельный эффект от пребывания одного человеко-дня ($Э_т$).	$У_т = К_д\,Э_т$
Ущерб от разрушенных, снесённых, смытых объектов (балансовая стоимость основных фондов) ($О_н$)	Первоначальная стоимость основных фондов ($О_{пн}$); количество лет эксплуатации с момента пуска до разрушения, смыва ($Т_ф$); норма амортизационных отчислений на восстановление основных фондов в % ($А_в$).	$О_н = О_{пн} - О_{пн}\,Т_ф\,А_в / 100$
Ущерб от потери приобретаемой продукции ($У_{пп}$)	Объём продукции (V); стоимость единицы продукции ($С_{едп}$); затраты на доставку продукции ($З_д$).	$У_{пп} = С_{едп}\,V + З_д$
Ущерб предприятию, который может быть предотвращён посредством строительства инженерных защитных сооружений ($У_{лн}$)	Сумма ущерба ($У_н$); остаточный ущерб, который возможен после строительства защитных сооружений ($У_{он}$); коэффициент, учитывающий рост ущербов в перспективе ($К_е$); нормативный коэффициент (0.12), ($Е_н$); среднемноголетняя сумма капитальных вложений на восстановление ($К_н$); балансовая стоимость объектов ($О_н$); стоимость потерянной, испорченной продукции ($Ф_н$); сумма затрат на предупредительные, аварийно-ремонтные работы до и после ОПЯ ($З_н$); ущерб, предотвращаемый в результате защиты памятников архитектуры, истории и археологии ($У_{паиа}$).	$У_{лн} = К_е(У_н - У_{он}) = К_е[Е_н(К_н - О_н) + Ф_н + З_н + У_{паиа} - У_{он}]$

Продолжение таблицы 3.12

Суда		
Величина ущерба от простоя судов **(*R*)**	***t*** – время простоя в сутках; $И_с$ – себестоимость стояночных судо-суток; ***d*** – доходная ставка на 1 тонну грузоподъёмности; ***G*** – грузоподъёмность судна, т.	$R = t\,(И_с + d\,G)$
Потери из-за увеличения времени перехода в связи с осложнившимися гидрометеорологическими условиями **($З_{пер}$)**	Стоимость судосуток **($S_{сс}$)**, количество суток задержки **(*Д*)**.	$З_{пер} = Д\,S_{сс}$
Стоимость первоначального удаления основной массы нефти в море **($З_м$)** и загрязнённого нефтью берегового покрытия **($З_б$)**	***N*** – количество разлитой нефти в т; ***d*** – доля собранной нефти в процентах в море; $S_м$ – стоимость удаления 1 т нефти; $S_б$ – стоимость очистки 1 км береговой линии. Стоимость удаления и очистки включает стоимость работы средств сбора, хранения, транспортировки и удаления отходов.	$З_м = N\,d\,S_м$ $З_б = N\,(1 - d)\,S_б$
Эксплуатационные расходы **(*Р*)** по содержанию судна с момента аварии до выхода с ремонта:	$П_р$ – потеря чистой прибыли за время аварии и ремонта; $S_р$ – стоимость ремонта; $У_{гр}$ – ущерб грузу и судовому имуществу; $У_з$ – ущерб здоровью людей; $В_{му}$ – выплаты за моральный ущерб; $У_{стр}$ – ущерб от гибели людей (страховое возмещение, выплата пенсий при потере кормильца); $У_{загр}$ – ущерб, вызванный загрязнением нефтепродуктов и иными веществами $S_{пр}$ – стоимость буксировки, лоцманской или ледокольной проводки; ***Возн*** – вознаграждение за спасение; ***Штраф*** – опоздание с доставкой груза (штраф, неустойка, неуплата фрахта).	$Р = П_р + S_р + У_{гр} + У_з + В_{му} + У_{стр} + У_{загр} + S_{пр} + Возн + Штраф$

Продолжение таблицы 3.12

Порты		
Ущерб предприятию, который может быть предотвращён посредством строительства инженерных защитных сооружений ($У_{лн}$)	Сумма ущерба ($У_н$); остаточный ущерб, который возможен после строительства защитных сооружений ($У_{он}$); коэффициент, учитывающий рост ущербов в перспективе ($К_е$); нормативный коэффициент (0.12), ($Е_н$); среднемноголетняя сумма капитальных вложений на восстановление ($К_н$); балансовая стоимость объектов ($О_н$); стоимость потерянной, испорченной продукции ($Ф_н$); сумма затрат на предупредительные, аварийно-ремонтные работы до и после ОПЯ ($З_н$); ущерб, предотвращаемый в результате защиты памятников архитектуры, истории и археологии ($У_{паша}$)	$У_{лн} = К_е (У_н - У_{он}) = К_е[Е_н(К_н - О_н) + Ф_н + З_н + У_{паша} - У_{он}]$
Ущерб в связи с прекращением отдельных видов производственных работ ($З_{пт}$)	Стоимость работ (50 % тарифной ставки) за 1 час ($S_{пт}$), время, на которое прекратились работы ($Ч$), часы	$З_{пт} = Ч S_{пт}$
Ущерб в связи с неполучением прибыли транспортными организациями ($У_{тр}$)	Среднесуточный объём перевозок грузов ($О_{срп}$); количество дней перерыва в перевозках ($Т_{дн}$); средняя сумма прибыли за перевозку 1 т груза на расстояние 1 км ($П_р$); протяжённость участка, на котором отразилось прекращение движения ($Д_л$)	$У_{тр} = Т_{дн} П_р Д_л$
Затраты на лечение раненых	Средняя стоимость лечения ($S_л$), количество раненых ($М_р$)	$З_л = М_р S_л$
Ущерб, связанный с ремонтом зданий после ОПЯ ($У_р$)	Средняя стоимость ремонта ($С_р$), площадь зданий, сооружений, подверженных воздействию ОПЯ (S)	$У_р = S C_р$
Ущерб от гибели объекта ($У_г$)	Балансовая стоимость объекта ($С_о$) при гибели (полном уничтожении) объекта; количество погибших объектов (n); выплаты Госстраха ($С_{тр}$)	$У_г = \sum_{1}^{n} (С_о - С_{тр})$

Продолжение таблицы 3.12

Потеря прибыли за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства (**$П_п$**)	Средняя величина прибыли, приходящаяся на один отработанный человеко-день (**$П_{чд}$**); количество трудящихся, (**Б**); количество человеко-дней нетрудоспособности (**Р**)	$П_п = П_{чд}\ Б\ Р$
Ущерб от прекращения работ объектов рекреации, туризма, отдыха (**$У_т$**)	Количество потерянных дней из-за ОПЯ (**$К_д$**); удельный эффект от пребывания одного человеко-дня (**$Э_т$**)	$У_т = К_д\ Э_т$
Ущерб от разрушенных, снесённых, смытых объектов (балансовая стоимость основных фондов) (**$О_н$**)	Первоначальная стоимость основных фондов (**$О_{пн}$**); количество лет эксплуатации с момента пуска до разрушения, смыва (**$Т_ф$**); норма амортизационных отчислений на восстановление основных фондов в % (**$А_в$**)	$О_н = О_{пн} - О_{пн}\ Т_ф\ А_в$
Ущерб от потери приобретаемой продукции (**$У_{пп}$**)	Объём продукции (**V**); стоимость единицы продукции (**$С_{едп}$**); затраты на доставку продукции (**$З_д$**)	$Упп = Седп * V + Зд$
Возможный ущерб от наводнений в расчёте на 1 км^2 (**U**)	**$D_н$** – плотность населения (чел./км$_2$); **P** – средневзвешенное по площади региона значение обеспеченности максимального уровня воды (в долях единицы).	$U = f(D_н, P)$
Леса		
Ущерб от воздействия ОПЯ на леса (**$П_л$**)	Потери от возможной реализации древесины (**$П_д$**); потери от использования побочной, не древесной продукции (**$П_п$**); потери от санитарно-гигиенических функций леса (**$П_с$**); потери от водоохранно-защитных функций леса (**$П_в$**); потери от рекреационных функций леса (**$П_р$**)	$П_л = П_д + П_п + П_с + П_в + П_р$
Сельское хозяйство		
Ущерб сельскохозяйственному производству от потерь земель в результате строительства инженерных защитных сооружений в оползневой (**$У_{зв}$**) и вне оползневой зоне (**$У_{зо}$**)	Площадь сельскохозяйственного назначения, изымаемая под строительство объектов на новом месте (**$F_{нз}$**) и сооружений, предназначенных для защиты земель и существующих объектов (**Fp**); цена 1 га земель, изымаемых под строительство (**$Ц_з$**); сумма чистого дохода сельскохозяйственных предприятий (**$П_з$**)	$У_{зв} = F_{нз}(Е_н Ц_з + П_з)$, $У_{зо} = F_р(Е_н Ц_з + П_з)$

Окончание таблицы 3.12

Ущерб от выбытия и изъятия земель сельскохозяйственного назначения ($У_{ла}$)	Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности ($E_н$), равный 0.12; капитальные вложения в освоение новых земель, взамен выбывших из сельскохозяйственного оборота площадей ($К_з$); цена земли, теряемой в результате ОПЯ ($О_з$); ежегодные издержки, которые будут иметь место на вновь осваиваемых землях при эксплуатации мелиоративных, противоэрозионных и других сооружений ($С_з$); доля налога с оборота государству, которую получало государство с теряемых земель в среднем ($НО_{фз}$); социально-экологический ущерб, предотвращаемый в результате защиты земель ($У_{зсэ}$); средняя сумма прибыли , получаемая на землях, подлежащих защите ($П_{фз}$)	$$У_{ла}=E_н(К_з+О_з)+С_з+П_{фз}+НО_{фз}+У_{зсэ}$$

По данным [2], для города с населением до 50 000 человек и с преобладанием одно-, двухэтажной деревянной застройки ущерб большей частью составляет 10–12 тыс. долларов США/га. Число одноэтажных деревянных домов, полностью разрушенных или нуждающихся в капитальном ремонте, составляет 5–8 % общего числа затопленных домов. В крупных современных городах удельный ущерб достигает 50–100 тыс. долларов США/га и более. Размер ущерба зависит от высоты и продолжительности стояния опасного уровня воды, площади затопления, времени года, в которое происходит наводнение. Суммарный ущерб определяется также степенью экономического развития территории, плотностью и ценностью застройки. Чем плотнее и ценнее застройка, тем больше ущерб в пересчёте на 1 га затопленной площади. Косвенными показателями интенсивности наводнения и ценности 1 га городской территории могут служить соответственно уровень воды и плотность населения (при прочих равных условиях).

Оценка экономического эффекта может быть получена путём вычитания затрат между потенциально возможным ущербом, соответствующим уровню опасности ситуации и фактически зафиксированным ущербом. Оценка экономического эффекта в результате принятия решения является гораздо менее значимой задачей, чем сама задача выработки экономически оптимального

решения. Первую из этих задач решить обычно не трудно, после того как решена вторая, но лишь при этом непременном условии. Так, например, если судно шло рекомендованным курсом и не попало в жестокий шторм, то экономический эффект будет выражаться не только стоимостью сэкономленных судо-суток (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.

3.7.3 Расчёт стоимости проведения превентивных мероприятий

Для принятия решения, кроме возможного ущерба, необходимо знать и стоимость превентивных мероприятий. После явления возникают затраты на спасение; аварийно-восстановительные мероприятия зданий, сооружений; лечение раненых, зарплату работников при проведении мероприятий. Затраты на мероприятия, связанные с прохождением ОПЯ, складываются из стоимости ремонта зданий после ОПЯ, выплат населению из фонда социального страхования на период временной и постоянной нетрудоспособности от воздействия ОПЯ, недополученной прибыли транспортными организациями.

Большинство расчётов стоимости превентивных мероприятий складывается из (таблица 3.13):

– заработной платы работников, участвующих в превентивных мероприятиях (средняя часовая зарплата, умноженная на число отработанных часов и число участвующих грузчиков);

– стоимости арендованной техники для вывоза грузов из зоны опасности (среднечасовая стоимость одной единицы техники, умноженная на число отработанных часов и число задействованных единиц техники);

– стоимости программы обучения для сотрудников по противодействию воздействия опасного явления (стоимость программы обучения, умноженная на число сотрудников);

– стоимости дополнительного оборудования для усиления мер безопасности (количество единиц техники, умноженное на стоимость);

– организации заблаговременного строительства инженерных защитных сооружений (ограждающие дамбы, водоотводные каналы, валы, коллекторно-дренажной или сбросной сети от ухудшения мелиоративного состояния пахотных земель площадей многолетних насаждений);

– затрат на эвакуацию людей, вынужденное перемещение материальных и технических средств, укрытие материалов;

– стоимости расходных материалов при проведении превентивных мероприятий;

– затрат на вынужденное перемещение материальных и технических средств, затраты в связи с простоями транспорта и прекращением отдельных видов производственных работ.

Таблица 3.13 – Расчёт стоимости превентивных мероприятий

Возможные затраты	Показатели для расчёта	Формула для расчёта
Затраты на строительство инженерных защитных гидромелиоративных сооружений ($З_{изс}$).	Удельная $C_{уд}$ стоимость строительства для одного га, площадь, нуждающаяся в защите, га.	$З_{изс}=C_{уд}S$
Затраты на зарплату работников при проведении аварийно-восстановительных мероприятий ($З_{а}$).	Средняя стоимость ($C_{ср}$) участия одного человека в аварийно-восстановительных мероприятиях за один день; количество участвующих (N); количество отработанных дней (K).	$З_{а}=C_{ср}NK$
Затраты на эксплуатацию техники, привлекаемой для проведения предупредительных мероприятий или аварийно-восстановительных работ ($З_{эт}$).	Стоимость эксплуатации привлекаемой техники, за машино-смену ($S_{эт}$), количество потраченных машино-смен ($Ч$); количество привлечённой техники (K).	$З_{эт}=ЧKS_{эт}$
Затраты на расходные материалы при проведении превентивных мероприятий ($C_{м}$).	Стоимость использованного материала ($C_{ем}$); количество материалов ($N_{м}$).	$C_{м}=C_{ем}N_{м}$
Затраты на превентивные мероприятия по вывозу имущества ($З_{п}$).	Стоимость вывоза 1 тонны имущества ($S_{в}$), вес вывозимого (перемещаемого) оборудования (V).	$З_{п}=VS_{в}$
Затраты на укрытие материалов ($З_{у}$).	Стоимость укрытия материалов ($S_{у}$), площадь укрытия (S).	$З_{у}=S_{у}S$
Затраты на вынужденное перемещение материальных и технических средств ($З_{п}$).	Стоимость работ на перемещение за 1 час ($S_{п}$), количество часов, потраченных на перемещение ($Ч$).	$З_{п}=ЧS_{п}$

Затраты на эвакуацию (E_1) рассчитываются по формуле (3.4):

$$E_1 = \sum C_{ev} \cdot S_{pas}, \quad (3.4)$$

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 (3.5):

$$E_2 = C_m N_4 T_d, \quad (3.5)$$

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 (3.6):

$$E_3 = \sum C_{spec} \cdot S_P, \quad (3.6)$$

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 (3.7):

$$E_4 = \sum C_{mat} \cdot N_{mat}, \quad (3.7)$$

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

3.7.4 Оценка целесообразности проведения превентивных мероприятий

Для многих ОПЯ существующие методы прогнозов не всегда дают удовлетворительные результаты, и руководитель оказывается перед дилеммой: применять или не применять защитные мероприятия при прогнозе возникновения ОПЯ. У него существуют три возможных стратегии в этом отношении: никогда не применять защитные мероприятия; всегда применять защитные мероприятия; применять защитные мероприятия выборочно, ориентируясь на интуицию или дополнительную информацию.

Для оценки необходимости проведения превентивных мероприятий руководителю требуется информация в виде стоимости превентивных мероприятий для предотвращения ущерба. Модели применяются для выдачи рекомендаций по проектам превентивных мероприятий, требующих больших материальных затрат на их выполнение или при ограниченном времени до начала явления (например, необходимо рассчитать ресурсы для эвакуации людей и имущества).

Предлагаемые СППР решения могут не учитывать многих сторон производственной деятельности и отношений между людьми. Решение, принимаемое на основе рекомендаций СППР и уточнённое с помощью модели, принимается на основе вариантного анализа и оценки возможностей выполнения

превентивного мероприятия за определённое время. Последнее повышает степень обоснованности, целесообразности и экономической эффективности решения, так как позволяет быстрее и правильнее ориентироваться в меняющихся условиях, воспринимать и анализировать, намечать наиболее целесообразные решения. Модели должны помочь разрешить наиболее важные проблемы использования информации о состоянии окружающей среды в различных отраслях, не противоречить существующему хозяйственному механизму, требовать определения сравнительно небольшого числа показателей, использовать только те исходные данные, которые фиксируются в ИС.

Первоочередной задачей является количественное описание реакции исследуемого объекта на воздействия ОПЯ. К примеру, если речь идёт о начале льдообразования в порту, то необходимо знать потери от простоя судов, затраты на использование ледокола. Аналогичным образом должна быть проанализирована и количественно охарактеризована эффективность проводимых хозяйственных мероприятий, т.е. в какой степени снижаются потери, если применён ледокол при раннем льдообразовании в порту. В конечном итоге на основании этих исследований должна быть построена так называемая функция полезности, определяющая результативность функционирования рассматриваемой системы при возможных сочетаниях условий среды и принимаемых решений.

Критериями оптимальности для выбора наиболее эффективной стратегии могут быть средний выигрыш или потери, повторяемость ущерба, превосходящего некоторый заранее заданный уровень максимально возможного ущерба.

Для оценки мероприятий по нескольким критериям. Необходимо выбрать цель проведения превентивных мероприятий. Примеры целей следующие:

– обеспечить безопасность людей;
– обеспечить безопасность имущества (минимизировать ущерб);
– обеспечить выполнение графика движения в период ОПЯ;
– уменьшить финансовые и другие потери от ОПЯ.

В зависимости от выбранной цели перечень критериев достижения цели будет различаться. Например, для цели «обеспечить безопасность людей» будут следующие критерии: минимальное время на проведение эвакуационных мероприятий; минимальное время, в течение которого необходимо принять решение; минимальная стоимость превентивных мероприятий; количество единиц транспорта для эвакуации; возможный минимальный размер ущерба; минимальное количество людей, подверженных воздействию ОПЯ; минимально возможная гибель людей.

Основной характеристикой выбора решения является отношение затрат на предохранительные меры **(*C*)** к ущербу **(*K*)**, если меры не приняты, на случай ***N*** состояний и ***n*** действий [79] (3.8).

$$K = C/L,\ 0 < K < 1 \tag{3.8}$$

Если ***N*** – общее число случаев наблюдений, то (3.9):

$$N = F_w + F_n,\ E_p = C\,N,\ E_n = L \cdot F_n, \tag{3.9}$$

где F_w – число случаев с благоприятными условиями, F_n – число случаев с ОПЯ; E_p – предполагаемые расходы при обеспечении защитных мер; E_n – расходы потребителя при отсутствии защитных мер.

Если $E_p < E_n$, то защита должна проводиться постоянно.

Вероятность ОПЯ (3.10):

$$P_w = F_n/N. \tag{3.10}$$

Из [79] известно, что критическая оценка ущерба равна (3.11):

$$P_{кр} = C/L, \tag{3.11}$$

Общая предполагаемая прибыль при обеспечении защитных мер (3.12):

$$S_p = (E_p - C)\,N - U_n F_n, \tag{3.12}$$

При отсутствии защитных мер (3.13):

$$S_n = (E_p - L - U_n)\,F_n + E_n F_w. \tag{3.13}$$

Для районов с повторяемостью ОПЯ $P_w > P_{кр}$ климатически оптимальной стратегией будет постоянное проведение защитных мероприятий, в то время как для районов, где $P_w < P_{кр}$, от принятия мер защиты разумнее отказаться и примириться с возможными последствиями от ОПЯ.

Уменьшение времени перехода по СМП при следовании судна по рекомендованным курсам даёт увеличение прибыли, а дополнительный расход краски на подкраску судна при плавании в ледовых условиях является ущербом.

Затраты бывают единовременные и постоянные. Единовременными будем называть затраты, производимые для конкретного объекта один раз и необходимые для реализации однократного решения. Это может быть строительство дамбы, предотвращающей наводнение или волнолома, препятствующего прохождению крупных волн в бухту. Постоянные затраты относятся к единице времени и выражаются рублями в год. Эти затраты могут происходить непрерывно, пока действует решение или время от времени через фиксированный

интервал. Например, ежегодная подготовка жилищно-коммунального хозяйства к зимнему сезону.

Решение может быть однократным и многократным. Однократным является, например, выбор места строительства порта. Примером многократного решения может служить определение необходимости применения ледокола в том или ином районе Арктического бассейна в зависимости от сложившихся ледовых условий. Критерии, из которых при этом исходят, остаются неизменными – это безопасность и скорость доставки груза. Интервал времени, через которые принимаются решения, здесь зависит от конкретных ледовых условий. В некоторых случаях эти интервалы могут оказаться подлежащими определению в задаче экономической оптимизации. Так обстоит дело в уже упоминающемся выше примере при выработке оптимального пути следования судов по СМП, когда интервал времени между сроками подкраски зависит от свойств краски и климатических параметров среды в районах плавания. Многократные решения являются легко заменяемыми при наступлении срока принятия решений, т.е. можно не только изменить само решение, но и усовершенствовать подход к выбору решения.

В случае однократного решения обязательно присутствуют единовременные затраты, но обычно имеют место и постоянные затраты. Например, решение строительства порта связано с единовременными затратами при проектировании и строительстве, с постоянными – при его эксплуатации. Решение о строительстве порта приводит к единовременным затратам для организации наблюдений за состоянием среды на акватории будущего порта. Постоянные затраты на проведение этих наблюдений малы по сравнению с единовременными затратами на их организацию.

При расчёте высоты волнолома используется следующее правило. Чем больше возможная расчётная высота волн, тем выше должна быть высота волнолома. На восстановление волнолома после шторма уходят десятки тыс. куб песка, бетона и других стройматериалов. То есть наблюдается компромисс между стоимостью волнолома определённой высоты и суммарной стоимостью его ремонта.

Климатическая информация позволяет оценить лишь ожидаемую повторяемость этих условий за некоторый интервал времени. Соответственно этому можно говорить о вероятности того или иного ущерба, отнесённого к единице времени. Суммарные затраты за единицу времени определяются известной формулой [79] (3.14):

$$З = З_р + К З_е, \quad (3.14)$$

где $З_р$ – постоянные эксплуатационные затраты, $К$ – нормативный коэффициент, $З_е$ – единовременные затраты или часть капитальных затрат.

Величина $К$ обычно задаётся и колеблется в пределах 0,1 – 0,3, что соответствует периоду окупаемости от 5 до 10 лет.

Информация об ущербе носит вероятностный характер. Он определяется тем, что ущерб зависит от факторов окружающей среды. При выработке решения мы не знаем, какие значения будут принимать влияющие на ущерб значения показателей ОПЯ в каждый момент времени, а можем судить лишь о распределении вероятностей этих значений. Поэтому потери потребителя неизбежно носят вероятностный характер. Чтобы выбрать то или иное решение в качестве экономически оптимального, необходимо сначала условиться о том, какая характеристика закона распределения потерь используется в качестве критерия оптимального решения. Чаще всего с этой целью применяются средние в статистическом смысле потери. Этот метод минимизирует потери, ожидаемые в среднем за бесконечно долгое время, и никак не ограничивает вероятность ущерба в каждый конкретный момент. Принцип минимизации повторяемости потерь в крупном промышленном производстве предпочтительнее.

Оптимальное решение (стратегия) – есть хозяйственное решение потребителя, принимаемое на основании информации о состоянии окружающей среды и обеспечивающее получение максимального экономического эффекта или обеспечение безопасности работ, людей в соответствии с выбранными критериями. В качестве критериев оптимальности могут выступать средние потери, минимальная вероятность потерь, повышающая некоторый заданный уровень, максимум прибыли, средний выигрыш, минимакс и др.

Любые хозяйственные решения, принимаемые на основе информации о состоянии окружающей среды, связаны с риском большего или меньшего снижения эффективности проводимых мероприятий по сравнению с их потенциальной эффективностью при достоверном значении условий среды. Исходя из этого целесообразно поставить вопрос об отыскании оптимальной хозяйственной стратегии, придерживаясь которой потребитель сводил бы риск к минимуму. Для отыскания такой стратегии применительно к каждой конкретной задаче должна быть построена модель, отражающая реакцию объекта на условия среды и позволяющая оценить воздействия среды экономически, т.е. построить функцию полезности – зависимость затрат, ущерба, прибыли при различных условиях.

Функция полезности может задаваться в форме матрицы, таблица 3.14 (различные фазы состояния среды – возможные решения) или в виде аналитической модели (экономический эффект есть функция состояний окружающей среды и возможных хозяйственных решений). Матричное представление функций полезности удобно при прохождении ОПЯ, а аналитическое – для непрерывных величин (атмосферное давление, температура воды, воздуха, и др.). Здесь возможно плавное регулирование технологического режима установок на объекте.

Таблица 3.14 – Функции полезности

Возможные решения	Фазы состояния				Макс	Максимин	Мин	Минимакс	Средние потери
	B1	B2	...	Bn					
A1	a11	a12	...	a1n	maxA1n		minA12	minA12	Сумма (A11+A12+...+A1n)/n
A2	a21	a22	...	a2n	maxA2n	MaxA2n	minA22		Сумма (A21+A22+...+A2n)/n
Ам	ам1	ам2	...	амn	maxAmn		minAm1		Сумма (Ам1+Ам2+...+Амn)/n

С помощью такой матрицы можно оценить наиболее благоприятные и неблагоприятные ситуации и на основе полученных данных принять оптимальное для данных условий решение на основе правильной стратегии. В матрице помещают средний выигрыш, функции полезности, средний ущерб и др. Минимакс здесь будет наилучшим вариантом стратегии действий при наихудших условиях среды.

В рассматриваемой выше задаче необязательно указывать точные значения ущерба (прибыли), а достаточно указать ценностные значения по отношению друг к другу. Во многих случаях целесообразно от матрицы прибылей (ущерба) перейти к матрице рисков, т.к. матрица прибылей может вносить некоторые искажения в наши представления об относительной выгодности той или иной стратегии.

Непрерывная ситуация при наличии единовременных затрат. Роль единовременных затрат особенно велика в задачах морского строительства, когда стоимость эксплуатации строительных сооружений гораздо ниже приведённых затрат на их создание. Так обстоит дело с оптимальным выбором параметров гидротехнических сооружений, например, высоты мола, причала **(*H*)**. Она определяется условием минимума суммы затрат и ущерба, которая записывается в следующем виде (3.15):

$$L_h/T + Q_h = min. \quad (3.15)$$

Здесь L – стоимость строительства причала, которая тем больше, чем выше причал (h); Q – средний за год ущерб в виде стоимости простоя порта при затоплении причалов и восстановительных работ. Величина ущерба убывает с ростом высоты причала и зависит от климатических параметров волнения, уровня и ветра.

Чаще необходимо, чтобы никакого ущерба не было от затопления причалов, тогда выдвигаются другие требования, ограничивающие выбор высоты причала, так как оптимальное значение высоты причала, кроме уровня, зависит от высоты волн, которая может достигать нескольких метров. Иногда экономически нецелесообразно проектировать сооружения, которые противостояли бы любым штормовым воздействиям. Здесь следует минимизировать сумму затрат и ущерба при максимальной проектной мощности.

Ограниченность или неточность информации о состоянии среды приводит к ситуациям, в которых приходится принимать решения в условиях риска или при наличии неопределённости. В первом случае степень неполноты данных выражается через функцию распределения вероятностей, во втором случае существование подобных функций не гарантируется. Другими словами, с точки зрения наличия исходных данных определённость и неопределённость представляют два крайних случая, а риск определяет промежуточную ситуацию. При полной определённости критерий максимума эффективности (или минимума ущерба) является почти универсальным. Напротив, для ситуаций с риском или неопределённостью существует ряд возможных критериев.

Критерий наиболее вероятного исхода основан на преобразовании случайной ситуации в детерминированную путём замены случайной величины единственным значением, имеющим наибольшую вероятность реализации, что обеспечивает необходимую информацию при принятии решения. Так как, например, всегда существует вероятность (хотя и очень малая) того, что судно попадёт в сложные ледовые условия и погибнет. Несмотря на это, большинство судовладельцев предполагают, что рейс пройдёт успешно. Этот критерий не подходит для принятия обоснованного решения, когда случайная величина принимает большое число с малой вероятностью или когда несколько значений случайной величины имеют равные вероятности реализации.

Критериями принятия решений при неопределённости (никакие вероятности не известны) являются критерий Лапласа, минимакс, критерий Сэвиджа,

критерий Гурвица. Основное различие между ними определяется стратегией поведения руководителя в условиях большой неопределённости. Например, критерий Лапласа основан на более оптимистичных предположениях, чем минимаксный критерий. Критерий Гурвица можно использовать при различных подходах от наиболее оптимистичного до наиболее пессимистичного. Данные, необходимые для принятия решений в условиях неопределённости, обычно задаются в виде матрицы, строки которой соответствуют возможным действиям, а столбцы – возможным состояниям.

Критерий Лапласа опирается на известный принцип недостаточного обоснования с выбором действия, дающего наибольший ожидаемый выигрыш (3.16):

$$Y_L = max\,(1/n\,A_{ij}) = 1/n \cdot max\,(A_{ij}), \tag{3.16}$$

где $1/n$ – вероятность реализации состояния A_{ij} $(j = 1, 2, .., n)$.

Для каждого решения подсчитывается математическое ожидание выигрыша (вероятности состояний природы полагаются равными Yj = 1/n, j = 1 : n), и выбирается то решение, при котором величина этого выигрыша максимальна.

Минимальные средние потери описываются формулой (3.17):

$$F = L + Q_{ср} \text{ или } Q = L - Д_{ср}, \tag{3.17}$$

где L – суммарные затраты в год на объекте, связанные с превентивными мероприятиями; $Q_{ср}$ – средний ущерб за год, $Д_{ср}$ – средний доход за год.

В случае альтернативной ситуации средний ущерб для каждого решения $F1$ и $F2$ равны соответственно (3.18) и (3.19):

$$F1 = L1 + Q1_{ср}, \tag{3.18}$$

$$F2 = L2 + Q2_{ср}. \tag{3.19}$$

Разница между альтернативными мероприятиями равна (3.20):

$$F12 = L12 - Q_{ср}12, \tag{3.20}$$

где $F12 = F1 - F2$, $L12 = L1 - L2$, $Q_{ср} = Q_{ср}1 - Q_{ср}2$.

Величина $F12$ характеризует потери при $F1$ по отношению $F2$. Если $F12 < 0$, то экономически оптимально $F2$. То есть, если разность ущерба больше, чем разность затрат, то мероприятие не оправдано, и, наоборот, если разность меньше нуля, то мероприятие экономически оправдано.

Рассмотрим это на примере выбора оптимального курса судна, затраты на дополнительные расходы топлива при увеличении пути следования в обход циклона намного меньше прибыли за счёт увеличения скорости судна в районах умеренного волнения. При этом надо ещё учитывать прибыль за безопасность судна и груза, которые можно оценить величиной страховки, т.е. прибыль равна (3.21):

$$Q_{cp} = \sum_{i=1}^{r} n_i S + (T + Ct), \tag{3.21}$$

где **S** – стоимость груза или судна; ***n*** – процент страховки; ***T*** – стоимость топлива; ***C*** – стоимость одного часа работы судна; ***t*** – выигрыш во времени при оптимальном курсе.

Критерий средних потерь (выигрыша) обеспечивает минимальные потери потребителя при их осреднении, при этом не исключаются значительные потери, а в отдельных случаях и крупные потери. Этот критерий даёт представление о среднем хозяйственном эффекте, однако он не учитывает колебания эффекта. В то же время именно отклонение условий среды от средних многолетних существенно затрудняет организацию планирования производственных процессов, т.к. очень важно обеспечить стабильность результатов. Поэтому лучше использовать критерий минимальной дисперсии потерь и минимальной повторяемости крупных потерь, то есть потерь, превышающих заданное значение. Иногда лучше ориентироваться на **среднюю прибыль** (3.22):

$$W = 0{,}5\, M_{min} + 0{,}5\, M_{max}. \tag{3.22}$$

Если стоимость превентивных затрат на предотвращение ущерба превышает минимальный средний ущерб, то следует воздержаться от таких затрат, а в качестве оптимальной стратегии следует взять ту стратегию, для которой достигается максимальный средний выигрыш. Минимальные средние потери потребителя описываются формулой (3.23):

$$P = З + У, \text{ или } П = З - Д, \tag{3.23}$$

где ***P*** – суммарные затраты в год на единицу объекта; ***З*** – средние затраты за год; ***У*** – средний ущерб за год; ***Д*** – средний доход за год.

В случае альтернативной ситуации суммарные затраты для каждого решения ***A*1** и ***A*2** равны соответственно (3.24):

$$P_1 = З_1 + У_1,\ P_2 = З_2 + У_2, \tag{3.24}$$

вычитая P_1 из P_2, получим $P_{12} = З_{12} - У_{12}$, где, $З_1 = З_1 - З_2$, $У_{12} = У_1 - У_2$. Величина P_{12} характеризует затраты при A_1 по отношению к A_2. Если $P_{12} < 0$, то экономически оптимально A_1, если $P_{12} > 0$, то экономически оптимально A_2, т. е. разность ущерба меньше, чем разность затрат.

Рассмотрим это на примере выбора оптимального курса судна, затраты на дополнительные расходы топлива при увеличении пути следования в обход сплошных ледовых полей намного меньше прибыли за счёт увеличения скорости судна в районах с чистой водой. При этом ещё надо учитывать прибыль за безопасность судна и грузов, которые можно оценить величиной страховки, т. е. прибыль равна (3.25):

$$Д = n \cdot S + (T - C \cdot t), \tag{3.25}$$

где S – стоимость груза и/или судна; n – процент страховки; T – стоимость топлива; C – стоимость одного часа работы судна; t – выигрыш во времени прибытия судов в порт назначения при оптимальном курсе.

Принятие решений в условиях риска. Риск – это произведение вероятностей ОПЯ и возможного ущерба, который может вызвать ОПЯ (3.26):

$$Риск = P_{опя} \cdot P_з, \tag{3.26}$$

где $P_{опя}$ – вероятность ОПЯ; $P_з$ – вероятность ущерба.

Мы не можем уменьшить вероятность ОПЯ, однако можем сделать многое для снижения ущерба. При оценке вероятности ущерба необходимо учитывать вероятность разрушительных процессов, зависящую от надёжности зданий и сооружений, внешние условия, такие как плотность населения, социальные последствия и др.

В климатических справочниках приведены вероятности ОПЯ за различный период времени. Например, волнение более 9 баллов в Баренцевом море бывает один раз в 10 лет (0,1). Если сильное волнение произойдёт, то вероятность аварии судна (Ре) водоизмещением менее 500 т (и соответствующего ущерба) составляет 0,9.

К сожалению, получить вероятность ущерба очень сложно. Связано это с тем, что не накоплена статистика ущерба по различным ОПЯ. Имеющиеся сведения об ущербе обрывочны и не точны. Поэтому вместо вычисляемой вероятности можно использовать экспертную вероятность, которая получается в результате оценки нескольких экспертов.

Использование критерия ожидаемого значения обусловлено стремлением минимизировать затраты на превентивные меры. Количественно этот критерий можно выразить в денежных единицах или в единицах полезности денег. Для

пояснения разницы между непосредственно деньгами и их полезностью предположим, что затраты на превентивные меры при наводнении в объёме 20 тыс. руб. дают с вероятностью 0,5 потери в сумме 100 тыс. руб. (фактическое значение уровня превысило ожидаемое) и с вероятностью 0,8 нулевые потери (фактическое значение равно ожидаемому). В денежных единицах ожидаемый ущерб составляет: 100 · 0,5 - 0 · 0,8 – 20,0 = 30,0 тыс. руб.

Опираясь на этот вывод, можно сделать вывод, что решение принять предохранительные меры является оптимальным. Однако подобное решение не в одинаковой степени приемлемо для всех предприятий. Например, предприятие А может полагать, что из-за ограниченности времени, трудовых ресурсов не проводить превентивные мероприятия, так как они не будут выполнены в полном объёме, и тогда в целом ущерб от наводнения будет намного больше.

Данный фактор можно проиллюстрировать нагляднее, если опять обратиться к предприятию ***A***. Предположим, что ***A*** может провести мероприятия только на четверть объёма работ, т.е. на 5 тыс. руб. и уменьшить потери до 45 тыс. руб. при вероятности наводнения 0,5. Если оно не будет проводить превентивные мероприятия, то ожидаемые потери – 100 тыс. руб., что намного больше. Поэтому даже в этом случае необходимо выполнять превентивные мероприятия.

Нецелесообразно использовать ожидаемое значение стоимостного выражения как единственный критерий для получения решения. Этот критерий является только ориентировочным, а окончательное решение может быть принято лишь на основе всех существенных факторов, определяющих отношение руководителя к полезности денег. Использование этого критерия допустимо лишь в случае, когда одно и то же решение приходится принимать достаточно большое число раз.

Имеются вероятности проявления ОПЯ один раз в 1, 3, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 300 и 400 лет. Требуется определить оптимальное значение затрат, при которых минимизируются общие затраты на строительство и проведение профилактических работ (3.27).

$$EC(T) = \left[n\left(C_1 \sum_{T=1}^{T-1} P_t + C_2 \right) \right] / T, \qquad (3.27)$$

где P_t – вероятность ОПЯ; n – число объектов, подверженных ОПЯ; C_1 – единовременные затраты (например на строительство дамбы); C_2 – затраты на превентивные мероприятия.

Для рассматриваемого случая наиболее оптимальный вариант при вероятности наводнения 0,8 один раз в 300 лет (табл. 3.15).

Риск равен вероятности проявления, умноженная на вероятность потенциального ущерба.

Таблица 3.15 – Расчёт затрат от наводнения

T	P_t	T–1 Pt T=1	EC (T)
1	0,05	0	20,0
5	0,07	0,05	6,0
10	0,13	0,22	2,6
50	0,18	0,35	1,8
100	0,25	0,52	1,24
200	0,50	0,77	0,87
300	0,80	1,27	0,5
400	1,00	2,07	0,56

Для моделирования процессов принятия решений с использованием информации о состоянии окружающей среды целесообразно применение таких методов, которые:

– отражают существующие связи между деятельностью предприятий и ОПЯ;

– позволяют анализировать зависимость работы отдельных производственных процессов и предприятий от отдельных ОПЯ;

– допускают возможность создания автоматизированных систем, обеспечивающих как разностороннюю переработку информация о состоянии окружающей среды и выдачу рекомендаций по принятию решений, так и анализ ситуаций, и возможность принятия высокоэффективных решений.

К сожалению, накопленный теоретический материал по оценке ущерба и расчёту стоимости превентивных материалов и выбору решений очень слабо используется в существующей системе ГМО. С помощью экономических моделей руководитель должен быстро рассчитать возможный ущерб, стоимость превентивных мероприятий и в зависимости от разницы между полученными значениями решить – выполнять или нет превентивные мероприятия.

Если подсчитать возможный ущерб невозможно, то, используя имеющиеся исторические сведения об ущербах [88] и экспертные оценки возможного ущерба с учётом современного экономического состояния, получаем выражение суммарных потерь в рублях для данного уровня опасности. Эмпирическим и экспериментальным путём устанавливается стоимость затрат на кратковременные предупредительные мероприятия [97].

Модели расчёта воздействий, уточнения рекомендаций и экономические модели подключаются после выдачи на экран воздействий и рекомендаций. Эти модели представляют, как небольшую программу, например расчёт уменьшения

скорости судна от воздействия ветра, волнения, ледовых условий, так и сложные пакеты прикладных программ, например решение многокритериальных задач при наличии альтернативных предложений по проектам мероприятий (рекомендаций).

Пример демонстрационного варианта приложения по оценке возможного ущерба, расчёта стоимости превентивных мероприятий и выбора решения представлен на рис. 3.11.

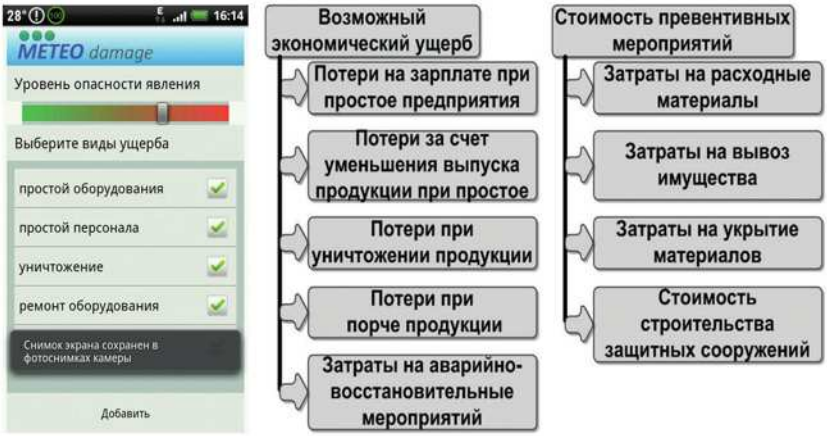

Рисунок 3.11 – Пример приложения по оценке ущерба

3.8 Предложения по реализации систем поддержки принятия решений

3.8.1 Общая схема работы

После создания СППР должна произойти смена парадигмы использования информации руководителями предприятий – от доступа в виде единого окна в любом месте (портал) к возможности работать **с любой информацией**, **с любого устройства, в любом месте и только тогда, когда контролируемые показатели вышли за пороговые значения**. При этом возникают новые требования к современным приложениям.

Соответствие приложений личным предпочтениям без необходимости написания кода (no code, low code). Достаточно просто подключиться, сконфигурировать и развернуть процесс для автоматического генерирования

персонализированных приложений, обеспечивающих специфические потребности руководителей предприятий.

Множество источников данных. Использование данных из интегрированных разнородных и распределённых БД, созданных на основе различных источников.

Ориентирование потребителей на различные типы (структурированные, текстовые, графические, аудио, видео) и виды данных из различных предметных областей. Способность составлять «смеси» из интегрированных данных позволяет потребителям в единой среде просматривать различные типы данных, взаимодействовать с ними и обрабатывать одновременно. Например, посмотреть связь между количеством ОПЯ и производством продукции, визуализировать одновременно данные в виде таблиц, графиков, карт, с цветовой и звуковой идентификацией превышений пороговых значений показателей опасности.

Динамическая визуализация данных. Автоматически генерируемые динамические страницы, которые могут включать ключевые показатели опасности, интерактивные диаграммы, таблицы, карты, создавая адаптируемые активные информационные панели.

Многоканальность. Потребители должны безопасно подключаться к любым открытым данным, конфигурировать приложения и развёртывать их на своих предприятиях без необходимости разработки программного обеспечения. Возможность работы без адаптации на смартфонах, планшетах с ОС Android и iOS, персональных компьютерах.

Действенность и двунаправленность. Позволяет потребителям углубляться в данные, запускать потоки работ, вводить, захватывать, хранить, пересылать, записывать и просматривать данные.

Тревожные сообщения и уведомления. Автоматически ведёт мониторинг состояния окружающей среды в режиме реального времени и оповещает потребителей о требующих реагирования событиях посредством активных уведомлений, которые запускают потоки работ и бизнес-процессы.

Автоматическое использование данных в бизнес-процессах. В настоящее время ИТ бурно развиваются как в научных проектных организациях, так и на промышленных предприятиях. Предприятия активно автоматизируют бизнес-процессы, в которых необходимо учитывать и информацию об ОПЯ. Уже недостаточно просто довести информацию об ОПЯ до руководителей предприятий, надо, чтобы показатели ОПЯ были включены непосредственно в бизнес-процессы.

Система должна представлять руководителям информацию о наличии ОПЯ, прогнозе времени и месте их проявления; о причинах появления явления

и прогнозе их развития; о возможных воздействиях; о рекомендациях, которые необходимо оценить, выбрать и исполнить; для задания или коррекции режима функционирования технологического процесса; сигнализации об ОПЯ; о состоянии аппаратно-программного комплекса системы.

Для регулярной оценки воздействий необходимо, чтобы существующая система измерений показателей ОПЯ отвечала следующим требованиям:

– для основных показателей ОПЯ должны быть выбраны прямые измерения;

– масштабы оценки показателей должны соответствовать масштабу объекта;

– для точек наблюдений, измерений и отбора проб должны быть определены координаты места;

– для каждого показателя должна быть определена необходимая точность измерений;

– для каждого показателя должна быть разработана методика анализа полученных данных;

– анализ множества показателей должен производиться на основе интегрированных систем сбора, обработки и визуализации данных.

Оперативные данные обновляются в автоматическом режиме с заданной периодичностью от нескольких минут до недели в зависимости от частоты измерений. Климатические данные обновляются в зависимости от необходимости, например, один раз в год или раз в пять лет. База интегрированных данных содержит набор показателей, относящихся как к конкретному объекту, так и к определённому географическому району.

С помощью автоматизированной диагностики можно выявить условия для возникновения, идентификации ОПЯ, анализа их развития, выявления районов, наиболее подверженных риску возникновения опасных явлений на основе выработки специализированных показателей, благоприятных для их возникновения. Средства оперативной информационной поддержки руководителей должны обладать малым временем реакции, высокой надёжностью, работать с большими потоками оперативных и прогностических данных.

Информационный процесс представления информации должен обладать следующими свойствами:

– достоверность информации – выявленные сведения об ОПЯ должны проверяться на основе различных источников;

– точность данных – границы выявленных ОПЯ должны быть выделены как можно точнее;

– ценность и полезность информации – собираться должна только та информация, которая будет использоваться для выявления ОПЯ или его прогноза;

– коэффициент актуальности информации, определяющей своевременность её получения, должен достигать 98 %, при этом должна быть возможность получения необходимых данных из альтернативного источника;

– оперативность и доступность данных – все данные должны быть доступны в режиме онлайн. Для некоторых явлений (например, экологические ситуации по показателям, которые определяются после лабораторных анализов) время обнаружения опасной ситуации измеряется несколькими днями. В этом случае выявление ОПЯ происходит сразу после ввода значений показателей в БД;

– регулярность использования информации – выделение ОПЯ на основе поступающей актуальной информации должно проводиться регулярно в соответствии с регламентом её получения.

Управление с помощью СППР – это новый подход к построению взаимодействия руководителя с системой, который позволяет представлять руководителям только ту информацию, которая относится к сложившейся ситуации с ОПЯ. Анализ конкретной ситуации позволяет руководителю лучше понять и оценить, какие приёмы будут наиболее эффективными при достижении цели управления в конкретной ситуации. Управление по ситуации не всегда является простым набором навыков, предписаний, инструкций, руководств. Это способ мышления о возникших проблемах и способах их решения в рамках ограниченного, но достаточного для принятия решений объёма информации для увеличения безопасности населения, определения приоритета превентивных мероприятий.

3.8.2 Описание логики работы руководителя в период опасных природных явлений

Управление с помощью СППР включает ситуационный анализ состояния объекта и его деятельности; оценку возможных воздействий, ближайших и отложенных последствий ОПЯ; поиск рекомендаций для управляющих действий руководителей, адекватных ситуации; сигнализация об уровне опасности; исполнение – реализация разработанных планов с учётом имеющихся ресурсов; отслеживание – проверка исполнения действий и их эффективности.

Прогноз, предупреждение и защита от ОПЯ включает: сбор показателей об ОПЯ; передачу сведений об ОПЯ в прогностические центры; выдачу сообщений об ОПЯ руководителям предприятий; выдачу прогноза ОПЯ; выдачу предупреждения; передачу предупреждения руководителю; анализ состояния объекта и его деятельности; предупреждение населения; уведомление о получении

предупреждения; поддержку решений; выполнение действий (эвакуация, консервация и др.).

Любая ситуация, связанная с воздействием среды на объект экономики, может рассматриваться как процесс принятия решений. Таких процессов может быть много. Чтобы результативно осуществлять свою деятельность, руководитель предприятия должен управлять этими процессами. Функции руководителя в период прохождения ОПЯ включают:

– получение информации об ОПЯ, представление данных об объекте;

– контроль состояния объектов управления, включая виды деятельности, выполняемые на них, предварительная обработка информации о значениях непосредственно измеряемых параметров различных технологических процессов, состояния объектов (авария, потеря работоспособности и др.) и их характеристик;

– выявление отклонений от эксплуатационных показателей и условий их устранения;

– контроль безопасности предприятий, связанный как с гидрометеорологической безопасностью, так и технической безопасностью промышленных предприятий, определяемой воздействием ОПЯ на различные виды деятельности;

– контроль запасов, средств и материалов, необходимых для проведения превентивных мероприятий в период ОПЯ;

– получение сведений об ОПЯ и оценка степени их опасности;

– просмотр (карт, графиков, таблиц) данных о состоянии ГМУ на основе данных получаемых в реальном времени;

– осмотр мнемосхем, включая сигнализацию отклонений показателей ОПЯ;

– получение информации в виде образов состояний, таблиц, графиков, гистограмм по показателям ОПЯ, включая текущие значения, ретроспективу, тренды;

– управление промышленным предприятием при эксплуатации с отклонениями;

– просмотр архивных данных об ОПЯ;

– оценка возможных воздействий и последствий;

– моделирование и прогноз возможных воздействий для стратегических мероприятий с предоставлением в ГИС;

– оценка ущерба;

– контроль сложившейся обстановки и наиболее важных показателей безопасности, которые должны отражаться на информационных панелях и пультах управления объектами и работать на различных уровнях управления в зависимости от масштаба ОПЯ (глобальное, региональное, локальное);

– связь с прогностическими органами Росгидромета для консультаций по сложившейся и прогнозируемой гидрометеорологической обстановке;

– получение рекомендаций по проведению превентивных мероприятий;

– выработка решений на основе анализа внешних гидрометеорологических условий, внутренней ситуации на объекте и оценки влияния ОПЯ на деятельность предприятий;

– принятие целей и критериев эффективности решения;

– выбор одного из альтернативных решений;

– передача указаний по выполнению превентивных мероприятий их исполнителям;

– контроль реализации управляющих решений (действий, команд управления);

– оценка результатов выполнения решений;

– отображение нормативно-правовых и методических документов;

– получение различной справочной информации;

– отображение оперативного журнала событий;

– изменение пороговых значений показателей ОПЯ, приводящих к негативным воздействиям на промышленные объекты;

– регистрация, архивация и сохранение всей информации об ОПЯ, факте передачи руководителю сведений об ОПЯ, изменении наиболее важных параметров, выданных сведениях о воздействиях, рекомендованных и выполненных мероприятиях, выданных и реализованных командах управления, причинах невыполнения рекомендаций для последующего анализа и разработки мер по предотвращению нарушений.

Руководитель после получения сведений о прогнозируемом или наблюдающемся ОПЯ составляет общий план действий. С помощью СППР он выполняет процедуры реагирования на сообщение об ОПЯ, отказы (аварии) видов деятельности, повергаемых воздействию ОПЯ. В оперативной деятельности у руководителя возникают ситуации, в которых обнаруживается противоречие между запланированным перечнем действий и реальным ходом проведения превентивных мероприятий, а у руководителя отсутствует чёткое представление о том, что нужно сделать для ликвидации воздействий, для которых отсутствует перечень рекомендаций. Руководителю не известен способ действий, поскольку произошла синергия нескольких ОПЯ, и руководитель не встречался ранее (нет личного опыта) с такой ситуацией. Руководитель в любой момент может вмешаться в предложенный план действий для ликвидации новых воздействий.

Необходимо определиться с деятельностью, которой нужно управлять с использованием данных об окружающей среде. Выявить какие показатели нужны для каждого бизнес-процесса. Определить необходимые виды данных, форматы их представления, время поступления, возможное время задержки с поступлением данных для каждого бизнес-процесса. Сформировать структуру деятельности, где будет чётко показано время, место, вид, форма от начала бизнес-процесса до его окончания. Необходимость агрегации данных и хранения результатов агрегации данных.

Большую помощь руководителю окажет возможность предварительной экономической оценки планируемых действий потерь от воздействий ОПЯ при наличии производственно-хозяйственных показателей объекта. Действиям, которые не приводят к существенному экономическому ущербу, присваивается более низкий приоритет их выполнения. То есть определяется, какой уровень затрат превышает выгоды от соответствующего снижения ущерба для общества.

Для эффективного принятия решений на предприятиях, кроме информации об ОПЯ, необходимы: сведения о подразделениях предприятия, их ответственности, функциях; описания процессов принятия решений при воздействии окружающей среды; виды деятельности и технологий, на которые влияет окружающая среда; данные для осуществления превентивных мероприятий (сведения о трудовых ресурсах, технологиях, оборудовании, организационной структуре); правила и процедуры, используемые при исполнении процессов принятия решений; навыки и приёмы, накопленные работниками организации и используемые ими при исполнении процессов принятия решений; показатели, используемые для оценки и анализа эффективности и результативности принятия решений. Часть этой информации хранится в ИС предприятий.

Для создания базы данных сведений о воздействиях и рекомендаций необходимо эти знания собрать. Схема выявления знаний дана на рис. 3.12.

Существуют также знания (опыт) в головах сотрудников предприятия (навыки и приёмы, инициативы по улучшению деятельности организации), которые нужно применить в случае ОПЯ.

Для повышения полноты БЗ необходимо проводить обследование действий руководителей предприятий и населения до, в период и после прохождения ОПЯ. При этом надо исследовать следующие моменты. Были ли проведены мероприятия по повышению их информированности ещё до наступления кризисной ситуации? Какую роль сыграли коммуникации для повышения их информативности? Что можно было бы улучшить в будущем? Были ли донесены до руководителей и населения основные идеи плана действий? Было ли население

проинформировано о наличии плана действий и о его основных идеях? Своевременно ли были сделаны предупреждения? Правильно ли действовали организации и отдельные специалисты и следовали ли они всем пунктам плана? Считают ли организации и отдельные специалисты, что предложенные СППР рекомендации были полезны?

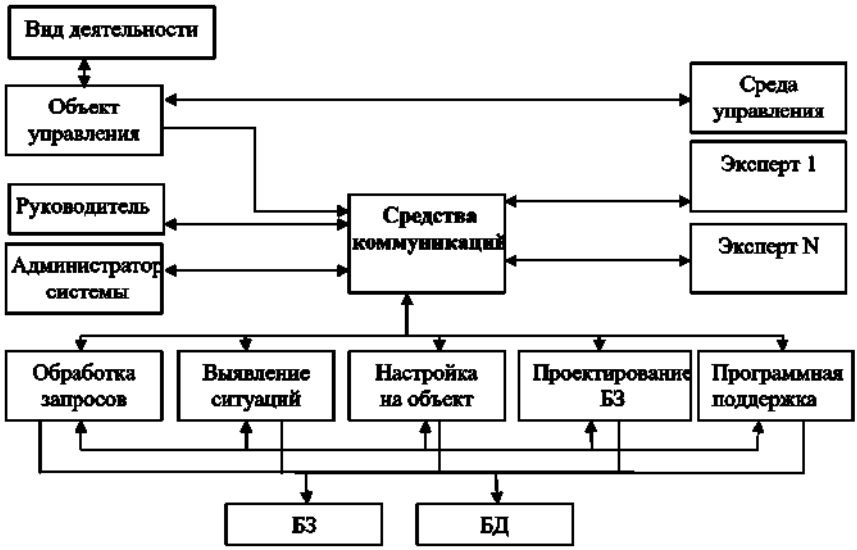

Рисунок 3.12 - Схема выявления знаний

Выработка управляющих рекомендаций, основанная на навыках, правилах и знаниях, должна базироваться на следующих принципах:

– информация о ситуации должна содержать минимальное и конечное количество факторов и описывать их состояние и взаимосвязь;

– охватить весь перечень возможных воздействий ОПЯ с учётом возможного наложения нескольких явлений одновременно;

– информация о ситуации должна содержать только те факторы, которые существенным образом влияют на состояние объекта (вида деятельности);

– информация о ситуации должна включать только те факторы, которые влияют на управление в настоящий момент или будущем (а не в прошлом);

– сокращение объёма предоставляемой руководителю информации за счёт агрегации данных, их индикации, выбора показателей, определяющих только конкретную ситуацию (тенденция, максимальное или минимальное значение и др.);

– система должна обладать полномочиями советчика, а руководитель предприятия должен решать – «принять или не принять» совет СППР, по существу, руководитель должен достаточно быстро и независимо от СППР определить корректность её совета;

– система не должна навязывать решения, делать окончательных выводов – это прерогатива руководителя.

Руководитель получает информацию об ОПЯ, состоянии объекта и вида деятельности в момент получения предупреждения о нём. Качество работы руководителя зависит от содержательной стороны информационного обеспечения и способов его реализации (фильтрация, агрегация, снижение избыточности информации).

Модели расчёта воздействий, уточнения рекомендаций и экономические модели выбора альтернативного решения подключаются после выдачи на экран воздействий и рекомендаций.

Для обеспечения работоспособности системы, актуальности данных, регистрации всех передаваемых сообщений и подтверждений об их получении должен быть компонент, позволяющий контролировать как работу системы, так и деятельность руководителей.

На вход СППР должны поступать уже выделенные ситуации в следующей структуре:

– ИД ситуации;

– ИД объекта, на который влияет ОПЯ;

– координаты объекта;

– название географического района;

– тип ситуации (до явления – климат, прогноз, в момент явления – наблюдения и после ОПЯ);

– масштаб обобщения (точка, траектория, полигон);

– ИД (название) показателя;

– дата и время обобщения;

– значение показателя.

Прогнозы воздействий и предупреждения об ОПЯ дают руководителю информацию для того, чтобы дать возможность тем, кто находится в опасности, предпринять превентивные меры. В результате существенно улучшится осведомлённость руководителя о сложившейся ситуации. Результаты обработки показателей гидрометеорологической обстановки должны использоваться для:

– отображения уровня опасности при помощи иконок, определяющих общепризнанные стандартизованные приборы;

– оперативной оценки состояния объектов и видов деятельности, выполняемых на объекте;

– вывода цветовой и звуковой сигнализации об ОПЯ;

– построения графиков изменения показателей во времени с выделением опасных тенденций (например, резкое падение атмосферного давления) или отклонений от климатических норм;

– индикации показателей среды на основе мониторинга обстановки в виде «светофора»;

– прогнозирования возможных воздействий и оценки возможного ущерба;

– предоставления рекомендаций для поддержки решений и расчёта затрат на превентивные мероприятия.

Принятие решения и контроль над его осуществлением (претворением принятого решения в жизнь) должна включать:

– подготовку плана мероприятий;

– расчёт затрат на проведение превентивных мероприятий;

– передачу информации вышестоящим руководителям и согласование с ними выбранных действий;

– передачу ответственности за принятое решение исполнителям;

– реализацию решений – действий, команд управления;

– проверку выполнения принятого решения;

– оценивание последствий принятых решений;

– учёт потенциальных издержек и возможных преимуществ.

3.8.3 Автоматизация гидрометеорологического обеспечения с помощью систем поддержки принятия решений

ОПЯ выделяются как на уровне пункта наблюдений (превышение показателя зарегистрировано в одном пункте наблюдений), так и района (явление зарегистрировано в нескольких точках наблюдений). При этом выделение явления может производиться синоптиком или автоматически. Автоматическое выявление ситуаций, связанных с превышением предельных значений показателей, применяется для:

– контроля воздействий ОПЯ, например, на буровые установки, суда, виды деятельности на них;

– более эффективной организации управления промышленными объектами (нет необходимости руководителю постоянно находиться у экрана компьютера);

– включения необходимой сигнализации;
– снижения объёма информационного потока в окне сообщений об ОПЯ;
– уменьшения количества событий, предоставляемых руководителю.

Входной информацией для определения влияния ОПЯ на объекты и виды деятельности служат значения измеренных параметров в точке (станция, буй), или анализы – массив интерполированных значений параметров в узлах регулярной сетки, созданный на основе использования различных источников информации, или прогнозы. Показателями ОПЯ являются пороговые значения параметров. Если ветер больше 15 м/с, то для объекта «Судно» водоизмещением меньше 100 тонн этот ветер представляет опасность. Результатом диагноза является выдача рекомендаций для проведения превентивных мероприятий.

Информация о состоянии окружающей среды поступает в СППР, в которой должна быть ТЭИ, на основе этих данных система выдаёт рекомендации и уточняет их с помощью ЭММ. Основные задачи здесь – это создание БЗ и правильный подбор моделей, учитывающих все варианты условий и экономических критериев.

Схема организации информационного обеспечения различных отраслей (рис. 3.13) должна обеспечить максимальную информативность, быстрое ознакомление со сложившейся обстановкой, уменьшение времени на доставку информации руководителям.

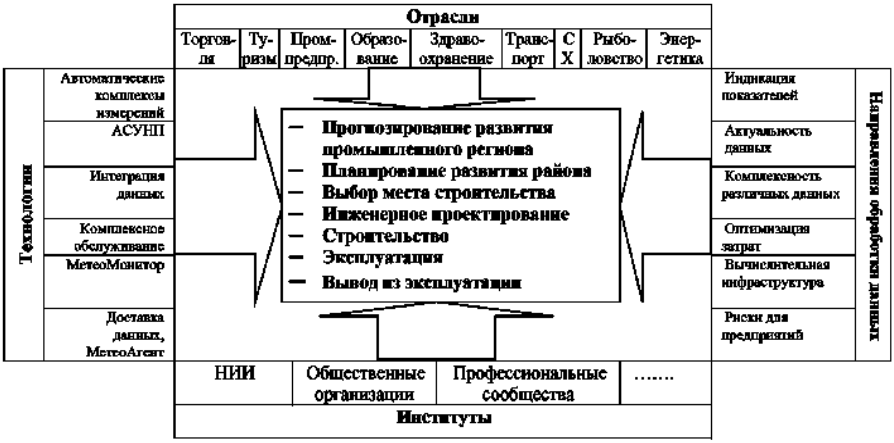

Рисунок 3.13 – Схема ГМО различных отраслей

В связи с тем, что ОПЯ происходят очень редко, руководители имеют очень низкий уровень его тренированности для этих ситуаций. Это проявляется в том, что руководитель не знает (не помнит) всех возможных воздействий,

необходимых для выполнения превентивных мероприятий. Для некоторых явлений (например увеличение уровня Мирового океана), когда время обнаружения опасной ситуации измеряется годами, у руководителя имеется много времени для консультаций, привлечения экспертов. В момент прохождения быстротекущих ОПЯ, например смерч и цунами, когда времени на обдумывание нет, решения принимаются интуитивно. И здесь более эффективно использование СППР (рис. 3.14).

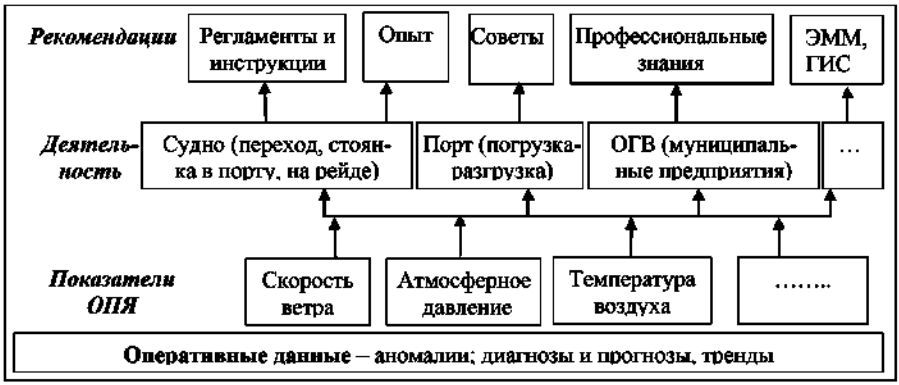

Рисунок 3.14 – Схема включения поддержки решений в ГМО

Росгидромет представляет обязательные предупреждения об ОПЯ, которые угрожают промышленным предприятиям, жизни или имуществу населения и основаны на фиксированных пороговых значениях показателей ОПЯ. Этот уровень обслуживания включает сообщения, которые передаются по мере необходимости. Эта продукция характеризуется передачей сообщений с конкретными заголовками, наличием цветного кодирования уровня опасности. ОПЯ, по которым делаются подобные предупреждения, включают паводки, наводнения, метели, гололёд, экстремальные температуры. Содержащаяся в выдаваемых предупреждениях информация описывает ожидаемые ГМУ. Основанием для выпуска заблаговременных предупреждений являются показатели ОПЯ (например, скорость ветра =>15 м/с, толщина выпавшего снега как минимум 15 см). Дополнительно ОПЯ могут определяться вероятностью достижения или превышения установленного порогового значения (например, с 60-процентной вероятностью того, что скорость ветра достигнет как минимум 15 м/с).

Многие УГМС работают с предприятиями, организациями по обеспечению безопасности с тем, чтобы количественно определять локальные пороговые

значения и предоставлять основанные на них целевые предупреждения. При этом определяются пороговые значения для различных типов объектов. Для некоторых объектов показатели локальных пороговых значений не определяются заранее, т. к. они могут меняться в зависимости от конкретного состояния объекта (старое судно) или перевозимого груза на палубе.

Основополагающим различием между общим метеорологическим предупреждением и основанным на воздействиях предупреждением является включение в описание ОПЯ объектов, которые подвергаются воздействиям (население, промышленные предприятия). Главной целью такого сообщения является предоставление прогноза оказываемых погодой воздействий, а не сама погода. Эти виды прогнозов и предупреждений предназначены для сообщения подробной информации именно тем, кто подвергается опасности.

Прогнозы воздействий и предупреждения о них имеют большую важность для того, чтобы дать возможность тем, кто находится в опасности, предпринять надлежащие меры, чтобы смягчить общие неблагоприятные последствия ОПЯ.

Для успешного прогнозирования воздействий и выдачи рекомендаций необходимо сотрудничество с руководителями предприятий, обладающими экспертными знаниями, для сбора и формализации воздействий ОПЯ на различные объекты и рекомендаций для проведения превентивных мероприятий по уменьшению или предотвращению этих воздействий. При этом должна быть получена ТЭИ о предприятии, которая необходима для оценки возможного ущерба и расчёта стоимости превентивных мероприятий.

СППР должна создаваться с учётом интеграции распределённых и неоднородных гидрометеорологических и других данных. При этом необходима интеграция не только данных о состоянии окружающей среды, но и экологических, экономических данных различных категорий (наблюдённых, аналитических, прогностических), представленных в виде структурированных и неструктурированных БД, файлов, каталогов объектных файлов – документы, карты, изображения и организованные в различных системах хранения (СУБД, приложения, ftp сервера). Анализу подобных сведений должны предшествовать процедуры извлечения данных из разных источников, их очистки, фильтрации и преобразования к общему формату. Без этой работы не возможна: дальнейшая автоматизация процессов обслуживания потребителей, массовое использование средств удалённого ввода данных для создания коллективной БЗ о воздействиях и рекомендациях; персонализация обслуживания за счёт применения мобильных интернет-средств для отображения информации; создание простых и доступных сервисов для потребителей.

В SMS-сообщении помимо текстовой информации о координатах содержится «ссылка», кликнув по которой вы увидите на экране своего телефона карту с маркером местоположения искомого объекта. Преимуществами такого использования являются следующее – информация всегда под рукой, не требует дополнительных программ при организации передачи и приёма данных. Инфраструктура системы интеграции и использования данных представлена на рис. 3.15.

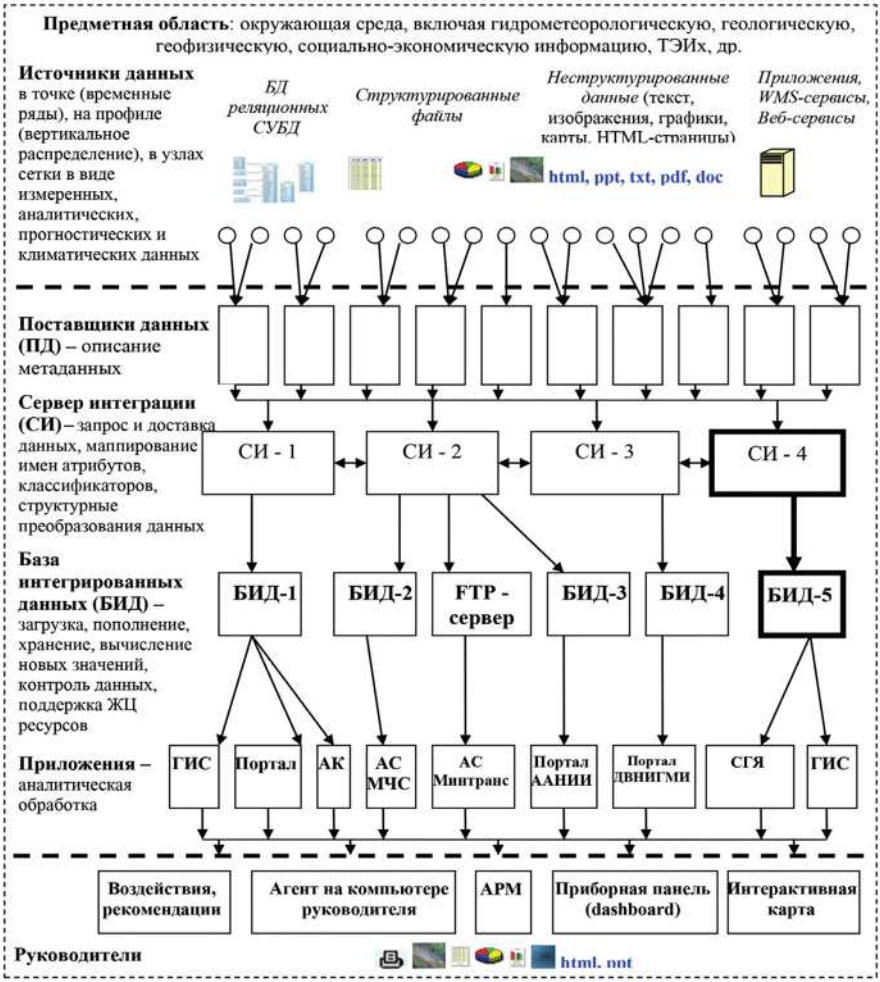

Рисунок 3.15 – Инфраструктура системы интеграции и использования данных при выявлении ОПЯ и поддержке решений

Опираясь на эти сведения, эксперты могут определить необходимые мероприятия по уменьшению или предотвращению ущерба и защиты населения, а также определить их, эффективность и стоимость. Степень опасности явления, группы явлений на деятельность объектов экономики, размер ущерба определяются интенсивностью явления, географическим масштабом, продолжительностью воздействия. На основе вышесказанного можно составить правила для выдачи списка воздействий и рекомендаций при различных опасных явлениях и пороговых значениях показателей опасности этих явлений. Примеры SMS-сообщения и результатов визуализации возможных воздействий и рекомендаций даны на рис. 3.16.

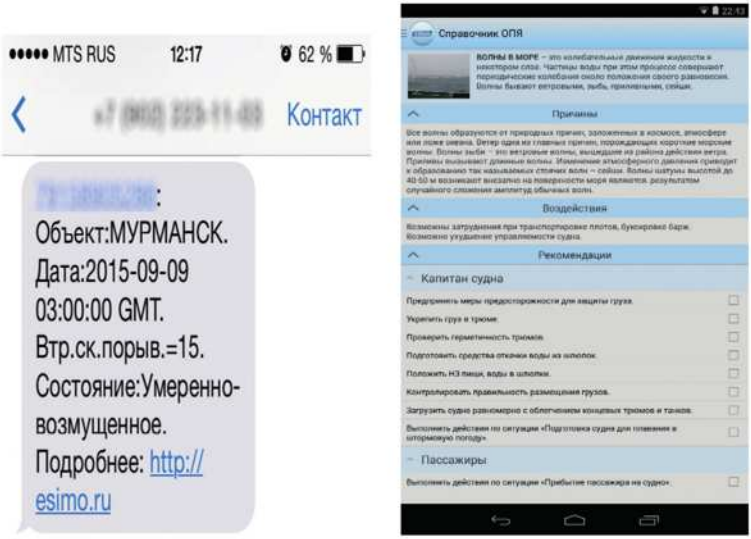

Рисунок 3.16 – Пример SMS-сообщения и результатов визуализации возможных воздействий и рекомендаций

СППР должны удовлетворять следующим требованиям:

– автоматический сбор данных с приборов – возможность подключения любых приборов, способных передавать информацию о состоянии окружающей среды (уровень воды, температура воздуха и др.);

– дополнительный ввод данных о сложившейся обстановке, полученных с помощью телефона, электронной почты;

– работа в режиме реального времени – все изменения должны отображаться моментально без задержек во времени;

– групповое оповещение об ОПЯ всех ответственных лиц – система в автоматическом режиме формирует голосовое сообщение о месте и уровне опасности и оповещает глав администраций, спецслужбы;

– подготовка отчётов в автоматическом режиме по мере внесения информации в систему с последующей отправкой их руководителям, главам администраций, спецслужбам и т.д.;

– единая система безопасности, разграничивающая доступ к системе различных пользователей и др.;

– возможность интеграции системы в АПК «Безопасный город» на любом уровне: региональные власти, муниципальные власти, власти поселений, оперативные службы федерального и регионального подчинения.

3.8.4 Представление информации для руководителей

Руководитель получает сведения от средств отображения информации, сопровождаемой сигналами предупреждения и тревоги. Руководитель может получать дополнительную звуковую информацию от вышестоящих структур. Сигнализация об ОПЯ (дата, время, название, наименование и значение параметра, отражающего уровень опасности явления) выдаётся руководителю, населению и органам государственного управления. Руководитель должен в любой момент видеть потенциальный, прогнозный или реальный уровень опасности для объекта и отдельных видов деятельности, значения отклонений показателей ОПЯ. Система сигнализации должна идентифицировать ОПЯ, влияющее на объект, а также любое отклонение в работе объекта и вида деятельности.

Деление ситуаций, связанных с ОПЯ, по уровню опасности, является основой для текстового, цветового, графического и звукового оповещения, а также по снижению информационной нагрузки на руководителя перед подготовкой к ОПЯ. Например, для деятельности предприятий, связанной с непрерывными технологическими процессами (переход по СМП, бурение на шельфе и др.), выдаётся цветовая сигнализация на экраны дисплеев, звуковая сигнализация для привлечения внимания, например экипажа судна и пассажиров, выделения индикаторных значений показателей ОПЯ в АРМах руководителей, подсветки стрелок сигнализации об эвакуации из помещений. Цветозвуковая сигнализация включается после оценки, например капитаном судна уровня опасности воздействий ОПЯ на судно, а также состояния судна (возраст судна, состояние главного двигателя и др.). Можно использовать следующие виды сигнализации [5]:

– сигнализация событий для вывода в текстовом виде сообщения об ОПЯ и уровне его опасности;

– индивидуальная сигнализация в виде изменения цвета, мерцания символов значений показателей, указывающего на превышение предельных значений показателей ОПЯ (мерцание значений), сигнализация о недостоверности отдельных значений показателей (изменение цвета символов значения показателя), необходимая для привлечения внимания руководителя;

– групповая сигнализация на мониторах АРМов – выдаётся на основе обобщённого сигнала о превышении предельных значений нескольких показателей (два и более ОПЯ) на табло сообщений в виде звукового сигнала;

– аварийная и предупредительная сигнализация, связанная с влиянием ОПЯ на опасные производственные процессы (обрыв электрических проводов в период гололёда, снежные заторы на автотрассах).

Доведённые до руководителя сообщения об ОПЯ требуют подтверждения ознакомления с ним путём выдачи сообщения о получении сообщения. Возможны следующие ситуации, связанные с доведением сведений об ОПЯ:

– сообщение может не поступить, а ОПЯ произошло;

– сообщение было, но руководитель его по каким-то причинам игнорировал;

– сообщение было, и руководитель подтвердил его получение;

– ОПЯ закончилось, а руководитель не получил подтверждения об его отмене или не ответил на отмену ОПЯ.

После получения сообщения об отмене опасности от ОПЯ производится снятие сигнализации об ОПЯ.

Мнемосхемы, панели сигнализации, подсвеченный текст, графические иконки, другие средства должны позволить отображать уровень опасности для объекта и вида деятельности, индикацию значений параметров на схемах, картах, графиках.

Описание ситуации представляется в числовой форме, символьном, графическом виде. Числовая форма используется для отражения текущих, аналитических, прогностических и климатических гидрометеорологических данных, фактов проявления ОПЯ, сведений о промышленных объектах и т. п. Символьная информация используется для отражения сведений о воздействиях и рекомендаций.

СППР должна иметь различные способы графического отображения информации, чтобы, с одной стороны, каждый руководитель мог выбрать наиболее подходящий для него тип представления, а, с другой некоторые способы

представления информации могут более ёмко показать информацию, другие – могут более ярко выделить опасные процессы. Поэтому разработчики СППР должны предоставить возможности руководителю выбирать подходящие формы графических изображений, варьировать размерами изображения, цветовой гаммой, миганием, степенью контрастности изображаемых величин и др. Графический вид отражения нужен для:

– отображения хода изменения значений показателей ОПЯ во времени (график);

– понимания бизнес-процессов, выполняемых в периоды подготовки к ОПЯ и его прохождения (мнемосхемы, планы объектов);

– краткого и ёмкого отображения информации, показывающей направление движения, пункты эвакуации и т.п. (пиктограммы);

– карты (двух- , трёх- и четырёхмерные с учётом изменения во времени).

Система сигнализации должна информировать руководителей о неисправностях на различных этапах обработки информации (данные не поступили или поступили с опозданием). Руководитель может отключить или включить подписку на автоматическое получение сведений об ОПЯ, если он считает, что это явление на его объект не оказывает негативного влияния. Доведённые до руководителя сообщения о явлении требуют подтверждения получения и ознакомления с ним путём выдачи сообщения – квитка о подтверждении получения сообщения. Результатом этого может быть снятие звукового сигнала, мерцания значений параметров, превышающих пороговые. Руководитель подтверждает, что он видел событие или отменил его, путём квитков, для этого выделяется специальная «горячая клавиша». Аналогично снимается и звуковая сигнализация. Ответы (квитки) на полученное сообщение, отмена ОПЯ должны храниться в системе. Все отклонения значений показателей после квитка прекращают мигание. Можно временно блокировать сигнализацию и мигание подсветки клавиатуры или мнемосхем.

Каждая мнемосхема представляет динамические изображения с меняющимся текстом, значениями показателей ОПЯ на иконках приборов, рядом с которыми находятся постоянно пополняемые графики изменения значений параметров окружающей среды с индикацией значений по уровню опасности. Мнемосхемы отличаются друг от друга степенью обобщения представляемых на них данных. Например, на верхнем уровне мы имеем климатическую вероятность скорости ветра больше 15 м/с за каждый месяц года, на втором уровне должен быть представлен прогноз ОПЯ и значений параметров на ближайший месяц, на следующем уровне уже можно получить текущее значение параметра

и прогноз на несколько дней. За счёт такой организации мнемосхем усиливается концентрация внимания руководителя на наиболее ответственных событиях, уменьшается время отклика при вызове фрагментов мнемосхем и других форм контроля над объектом, увеличивается удобство работы, снижается утомляемость руководителя.

Цветовая сигнализация должна использоваться в соответствии с принятой цветовой шкалой опасности, миганием с использованием принятых условных обозначений, спецсимволов, яркости. Включение и снятие цветовой и звуковой сигнализации также должно регистрироваться в БД и сохраняться.

Изменение цвета на мнемосхеме и на приборах помогает оповестить население о приходе сообщения об ОПЯ, просто изменив свой цвет с зелёного на жёлтый, или оранжевый, или красный. После принятия решения об эвакуации система должна автоматически проложить безопасный маршрут (подсветка выходов из зданий, направления движения и др.).

СППР должна интегрировать локальные видеокамеры, данные автоматических метеостанций, что позволяет дополнительно следить за погодными условиями, состоянием безопасности на объекте и выдавать на пульт руководителя сигнал тревоги. Видеокамеры кругового обзора помогут увидеть как реальную гидрометеорологическую обстановку, так и состояние выполнения превентивных мероприятий. Видеоинформация может использоваться для показа исторических похожих событий.

СППР должна уметь показывать в привязке к объекту различную информацию из БД, находить соответствующие разделы БЗ, указывающие, что может произойти и рекомендующие, что делать. Например: «При наводнении – перенести электрическое оборудование на второй этаж, положить мешки с песком вдоль входной двери». Работа должна происходить с 3D-моделью объекта, БД и интерактивной средой, что значительно расширяет возможности руководителя. Руководитель, находясь в офисе, используя шлем виртуальной реальности, может обследовать удалённый объект и дать указания своему «аватару», где в точности надо встать и куда посмотреть, чтобы добраться до нужного вентиля или выключателя. Это оборудование может быть снабжено различными датчиками, показания которых можно вывести не только на информационную панель, но и передать по сети. Тогда виртуальная модель «оживает» – все лампочки и стрелки на приборах будут показывать то же самое, что видит сотрудник, находясь рядом с этими устройствами. Учитывая, что руки этого сотрудника должны быть свободными для выполнения определённых действий, очки дополненной реальности,

подключённые к системе, откуда приходит очередное задание, значительно ускорят выполнение превентивных мероприятий (отключить станки, электричество, газ, воду). На мини-дисплей рабочему выводятся указания, где и какие выключатели (вентили) находятся, встроенная камера распознаёт эти устройства и покажет, в каком положении должны стоять выключенные тумблеры. На VR-тренажёре можно смоделировать разнообразные опасные ситуации, которые может быть и никогда не произойдут в реальной жизни, но специалист должен быть к ним готов. Такая тренировка нужна всем работникам экстренных служб, авиадиспетчерам, дежурным сменам на электростанциях и многим другим. Использование виртуальной реальности поможет персоналу предприятия быстрее сориентироваться в сложившейся обстановке и выйти из опасной зоны.

3.8.5 Развитие программных компонентов

Система должна использовать общие программные средства (СУБД PostgreSQL, ГИС server, сервер приложений JBoss Portal, средства интеграции данных из различных источников), специализированные программные средства (МетеоМонитор, МетеоАгент, СППР, экономические модели расчёта ущерба и стоимости превентивных мероприятий).

К числу базовых средств информационного обеспечения руководителей относятся следующие приложения (рис. 3.17 и 3.18):

– средства работы с БД исходной, прогностической и климатической информацией, полученной из различных источников;

– средства выявления ОПЯ – анализ потоков исходных и прогностических данных на предмет превышения локальных пороговых значений показателей ОПЯ;

– удалённый ввод знаний – сбор, формализация, создание и редактирование БЗ;

– МетеоМонитор – средство компактной визуализации исходной, прогностической и климатической информации, а также индикации опасных явлений;

– МетеоАгент – программный агент, работающий на любом интернет-устройстве и инициализирующийся только тогда, когда показатель (и) явлений вышли за пороговые значения;

– СППР – средство выдачи сведений о воздействиях ОПЯ на промышленные предприятия и население, рекомендаций для выполнения превентивных, спасательных и других мероприятий;

Рисунок 3.17 – Структурная схема интерфейса системы

– экономические модели – средства расчёта возможных ущербов, а также стоимости превентивных мероприятий для устранения возможных воздействий или уменьшения ущерба.

Разрабатываемая система должна работать в различных ОС и на различных интернет-устройствах.

В СППР должен быть удобный просмотр, редактирование и быстрое создание БЗ для новых объектов и видов деятельности, на основе имеющихся БЗ для

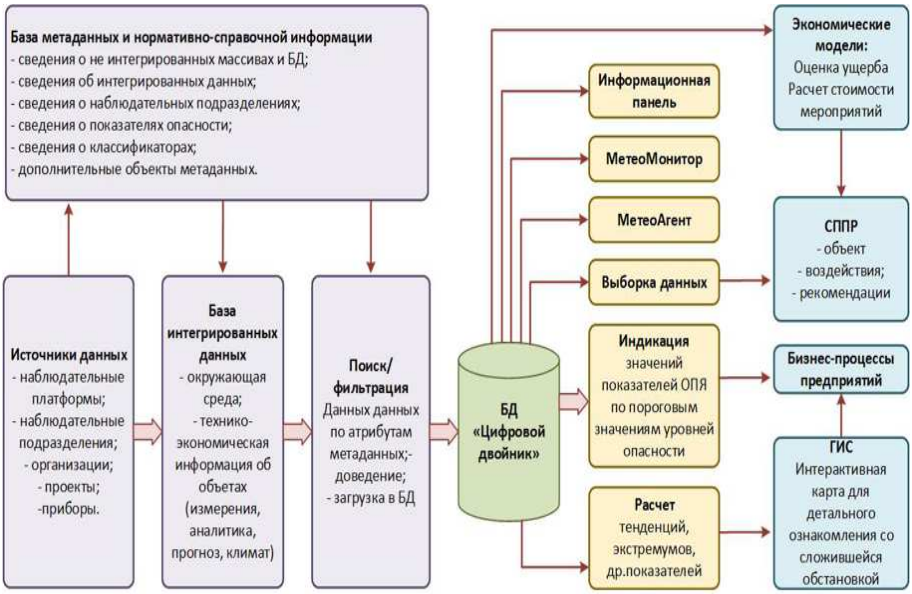

Рисунок 3.18 – Технологическая схема интеграции, прикладной обработки и использования данных по окружающей среде

других типовых объектов. Этот блок должен включать развитый оконный интерфейс, текстовой редактор, инструменты для создания и редактирования БЗ.

Создаваемая система должна взаимодействовать с внутренними, работающими на объекте (АСУ, ИС и др.), и внешними национальными системами других ведомств (МЧС России, Минприроды России, Росстат и др.) для обмена данными и получения сведений об объектах и видах деятельности, паспортах объектов и передачи значений показателей ОПЯ в ИС объекта для использования.

Интерфейс должен:

– отображать процессы оценки воздействий и рекомендаций в максимально удобной форме;

– исключать избыточную нагрузку на руководителя, но обеспечивать его необходимой и достаточной информацией для оценки ситуации и принятия решений;

– обеспечивать понимание руководителем динамики процессов воздействия ОПЯ на деятельность предприятия;

– оказать руководителю возможную нормативно-правовую и инструктивную поддержку;

– исключать возможность потери контроля над процессами воздействий ОПЯ на предприятие в любых ситуациях;

– представлять надёжную информацию для сигнализации и оповещения населения и работников предприятий о прохождении ОПЯ;

– сигнализировать руководителю и населению об ОПЯ;

– минимизировать требования к руководителю;

– использовать гибкие способы получения и передачи информации (электронная почта, SMS, смартфон, планшет);

– исключать избыточную информационную нагрузку на руководителя, обеспечивая его при этом необходимой и достаточной информацией для оценки опасности ОПЯ и принятия превентивных мер;

– строиться на формализованных заранее бизнес-процессах, выполняемых на предприятии до (потенциально возможное проявление ОПЯ, получение прогноза о возможном прохождении явления), в период и после его прохождения;

– давать возможность вызывать нормативно-методическую, правовую и инструктивную информацию;

– минимизировать действия руководителя;

– исключать возможность потери контроля над процессами получения информации обо всех изменениях во внешней среде и внутренней обстановке на объекте, включая состояние видов деятельности на объекте;

– упорядочивать предоставление руководителю, работникам предприятия и населению различных форм сигнализации об угрожающей опасности от ОПЯ;

– использовать в интерфейсе сокращения, термины, определения, используемые в соответствующей отрасли;

– минимизировать действия по получению информации (руководитель должен получать информацию об ОПЯ по инициативе системы, а не сам инициировать этот процесс, на последующих шагах предоставлять ему только заранее определённые формы сведений о сложившейся обстановке, состоянии объекта и видов деятельности, а также возможных воздействиях и рекомендации для принятия решений);

– контролировать выполняемые функции и действия руководителя.

Расположение такой информации, как меню, дата, время, зона контроля, зона управления во всех формах должно быть одинаковым – на одном и том же месте. Функциональные зоны экранов приложений МетеоМонитор, Метео Агент, СППР и другие должны быть отличимые друг от друга по цвету.

Руководители предприятий должны получить оперативный доступ к текущей прогностической и климатической информации, иметь возможность

оценить опасность явлений, быстро принять управленческие решения на основе этих данных. При работе с системой руководитель определяет тип объекта, вид деятельности, район интересов или фиксированную точку, для которой нужна гидрометеорологическая информация. Для организации работы с системой необходимо организовать подписку на обслуживание; автоматически доводить на интернет-устройство информацию об опасной ситуации.

Выходная информация должна удовлетворять следующим требованиям:

– минимальный объём информации, выдаваемой руководителем;

– повышение детализации данных по мере углубления в детальности их представления;

– отображение в форме, непосредственно пригодной для использования без необходимости выполнения различных промежуточных вычислений или преобразований.

Информация должна вызываться в зависимости от ситуации (ОПЯ) – по показателям явления в виде пространственного (изолинии, полигоны) – на основе сеточных данных или временного (временные ряды) представления данных в точке. Руководителю предоставляется возможность вывода справочной информации в отдельном окне сведений о показателях ОПЯ, включая код, название, размерность, единицы измерения, диапазон изменчивости, пороговые значения.

Документы (нормативно-правовые и методические, руководства, инструкции) выводятся в отдельном окне. При этом эти документы выводятся в соответствии с используемым приложением системы (МетеоМонитор, Метео Агент, СППР, др.).

В случае нахождения владельца мобильного интернет-устройства в зоне опасной ситуации на его устройстве автоматически срабатывает программа-агент, которая показывает владельцу не только информацию о явлении, но и какому риску он подвергается и что надо делать, чтобы спасти свою жизнь и имущество. Приложение МетеоМонитор обстановки должно обеспечивать «компактный» режим отображения, предоставляемый ГИС-приложением для оценки обстановки, и отображать минимально необходимую информацию за заданный небольшой промежуток времени. Информация должна быть представлена в виде значков ОПЯ с индикацией их уровня опасности в виде «светофора», графиков изменений показателей во времени, рис. 3.19.

Представляемая информация должна быть простой и удобочитаемой. Информация, относящаяся к разным этапам обработки, не должна представляться вместе. В то же время должна быть избыточность в представлении информации, например, после получения информации об ОПЯ, может быть получена

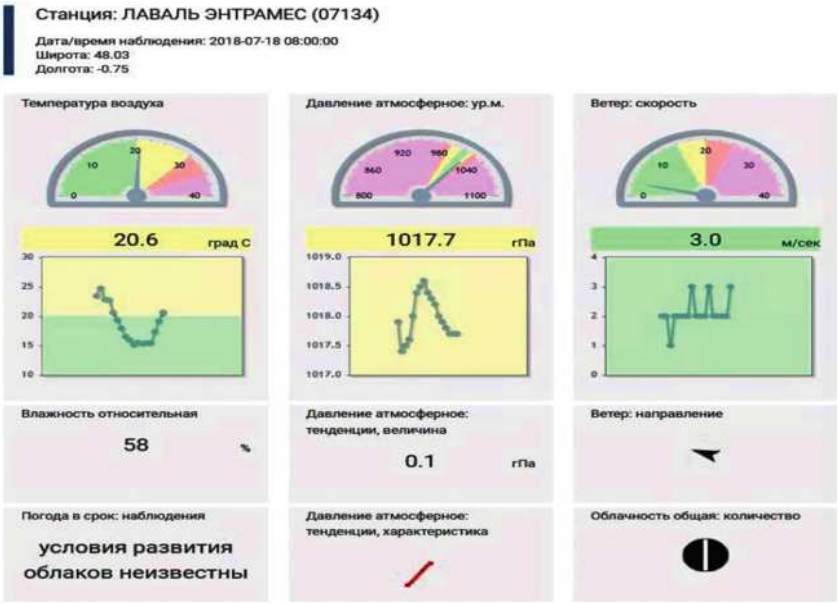

Рисунок 3.19 – Схема отражения гидрометеорологической обстановки с индикацией пороговых значений

информация из приложения МетеоАгент о сложившейся гидрометеорологической обстановке.

Для каждого этапа должен использоваться свой экран. При формировании экранов должны учитываться следующие требования:

– увеличение степени обобщения данных по мере перехода к экранам более высокого уровня;

– применение единого словаря параметров, единых классификаторов во всех приложениях и на всех этапах;

– использование всплывающих окон для получения дополнительной информации;

– каждое окно должно быть обозначено идентификатором, расположенным в верхней части окна;

– должны быть созданы функциональные клавиши для работы с информацией, они должны располагаться справа вверху экрана, каждый экран должен быть идентифицирован;

– на всех этапах руководителю должна предоставляться помощь по работе с информацией.

К СППР должны выставляться следующие требования к удобству работы и использованию полученной информации:

– минимально отвлекать внимание руководителя от других работ;

– автоматически выявлять ОПЯ при превышении пороговых значений показателей;

– отвечать потребностям нуждающихся в помощи руководителей и населения в обеспечении безопасности и информационной поддержки;

– учитывать возможности лёгкой настройки при изменении или добавлении нового источника данных;

– иметь расширяемые API-интерфейсы для управления источниками данных и получения данных от них;

– учитывать требования безопасности персональных и других типов данных.

Программно-технические средства должны позволять:

– проводить регулярный анализ текущей информации на предмет выявления пороговых значений показателей ОПЯ для каждого типа объектов экономики и видов деятельности, выполняемых на этом объекте;

– совмещать в ГИС слои с пространственным распределением параметров среды и координатами объектов экономики (статических и динамических) для программного и визуального анализа ситуаций, связанных с нахождением объектов в опасных условиях;

– получить совмещённые графики изменений параметров среды и состояния экономических объектов во времени для визуального анализа и прогноза возможных изменений на объектах экономики;

– выдавать сведения о воздействиях среды на объекты экономики и рекомендации по принятию решений;

– подключать модели для оценки воздействий, в т. ч. оценки возможных прибылей или ущерба, для уточнения рекомендаций по принятию решений;

– создавать автоматизированное рабочее место руководителя, в которое будет поступать вся необходимая для выбранного объекта экономики текущая, диагностическая, прогностическая, климатическая информация, которая позволит проводить экономический анализ состояния объектов для принятия текущих, тактических и стратегических решений.

Необходимо создать подсказки в виде небольших «пузырей», всплывающих в различных местах страницы приложения для того, чтобы помочь руководителю разобраться с выбором дальнейших действий. После каждого законченного действия в системе должен появляться новый «пузырь» с подсказкой для следующего шага.

Информационная модель объекта должна представлять связанное гиперссылками множество мнемосхем, позволяющих увидеть ситуации «вширь» и «вглубь». Все окна могут менять размер, они могут быть свёрнуты до значков на панели. Каждое всплывающее окно должно управляться (уменьшение – увеличение, схлопывание и др.).

Предоставляемая ГМИ должна быть понятной и удобочитаемой. Информация, не относящаяся к тому или иному этапу обработки, не должна предоставляться. В то же время должна быть избыточность в предоставлении информации, например, после получения информации об ОПЯ может быть получена информация из приложения МетеоАгент о сложившейся гидрометеорологической обстановке.

Человеко-машинный интерфейс включает совокупность технических средств, персонала, методов и способов организации, представления и управления ею, различного рода возможностей контроля видов деятельности и воздействия ОПЯ на них. Программный интерфейс должен обеспечивать следующие формы представления информации:

– карты расположения пунктов наблюдений за тем или иным параметром;

– карты распространения ОПЯ в пространстве;

– графики временного хода значений показателей за предыдущую неделю и прогностических значений на 3 – 5 суток вперёд;

– таблицы значений сложившихся условий окружающей среды в конкретном пункте наблюдений или ближайшем узле регулярной сетки с индикацией значений параметров;

– мнемосхемы, показывающие состояние показателей ОПЯ, отдельных объектов и видов деятельности, выполняемых на них;

– сообщения о возникновении ОПЯ;

– сигнализация об опасности звуковыми, цветовыми и другими средствами;

– мнемосхемы состояния промышленных объектов и оборудования, на которых указаны сферы деятельности, на которые по-разному влияет одно и то же значение показателя.

Все показатели отображения информации и сигнализации должны быть настраиваемыми. В системе ГМО должна быть обеспечена возможность перенастройки состава отслеживаемых ОПЯ и пороговых значений их показателей. СППР должна настраиваться на объект и виды деятельности, выполняемые на нём, уровни управления, которые должны быть задействованы, как по влияющим ОПЯ, так и по локальным пороговым значениям. Это значительно сократит в будущем сроки разработки системы для новых объектов.

3.8.6 Сервисы для функционирования системы поддержки принятия решений

Независимо от типа ОПЯ и его уровня опасности целью работы системы ГМО является оповещение населения, проживающего в районе ОПЯ, руководителей промышленных предприятий и органов государственного управления о прогнозе или проявлении ОПЯ. Для достижения этой цели необходимы:

1) интеграция данных наблюдений и продукции (подготовка и загрузка данных и метаданных в систему; публикация общих кодов и классификаторов, единого словаря параметров; регистрация БД и сервисов как информационных ресурсов системы);

2) информационное взаимодействие (сбор и ведение каталогов метаданных; обмен метаданными и данными с другими центрами, системами), например сопряжение и оперативный обмен с российской системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и её функциональными подсистемами;

3) распространение информации внутренним и внешним потребителям, включая внешние ИС на основе стандартизированных и специализированных методов и форм для исследований, принятия решений и другого применения;

4) информационное обслуживание посредством предоставления доступа конечного потребителя к данным и сервисам, доставка им и внешним системам информации по подписке;

5) управление потребителями (идентификация и ведение ролевой информации – операторов и конечных потребителей на основе единой политики доступа к ресурсам системы; создание и ведение профилей потребителей с назначением доступных им информационных и функциональных возможностей; учёт потребителей и их ролей, поддержка процессов аутентификации и авторизации);

6) управление работой системы (защита информации; ведение оперативного мониторинга и отчётности о работе системы по фиксированным показателям; ведение БД с интегрированными информационными ресурсами; получение и публикация оперативных и неоперативных геосервисов и аналитических представлений с применением базы интегрированных данных; картографическое и таблично-графическое отображение информации).

Обслуживание руководителей включает:

– сервисы поиска и доступа к метаданным;

– сервисы поиска и доступа к данным, в том числе к историческим сведениям об ОПЯ;

– сервисы по работе с ГИС;

– сервисы, выполняемые до начала ОПЯ;

– сервисы, используемые в период тревоги (имеется прогноз ОПЯ);

– сервисы, необходимые в период прохождения ОПЯ;

– сервисы, которые необходимо выполнить после прохождения ОПЯ;

– административные сервисы – поддержка и управление работой системы.

Поиск и доступ к метаданным включает:

– получение нормативных, правовых и методических документов по обеспечению руководителей;

– вывод сведений о показателях ОПЯ в отдельном окне;

– получение сведений об ИС и технологиях (моделях и методах расчётов, программных средствах, форматах данных, отечественных, международных и зарубежных ИС);

– получение сведений о массивах и БД, информационных ресурсах;

– получение справочных сведений о системах наблюдений, наблюдательных платформах (гидрометеорологических станциях, научно-исследовательских судах, буях, спутниках), проектах и программах, приборах.

Доступ к данным включает:

– поиск по ключевым словам, источникам данных, району на карте, типу информации, временному периоду и др.;

– отображение сопутствующей информации – метаданных, изображений, документов и других информационных объектов, имеющих стандартный url-адрес или содержащихся в базе интегрированных данных;

– отображение значений атрибутов выбранных объектов и связанных с ними данных в виде таблиц/графиков на основе стандартных шаблонов;

– сохранение выбранных данных в виде файлов данных, картографических, табличных и графических представлений для использования руководителем независимо от приложения.

ГИС-сервисы выполняют:

– сравнительный анализ карт за разные временные периоды с отображением результирующей карты аномалий;

– расчёт значений и элементарных статистик в выбранной точке/области или заданном маршруте;

– предоставление руководителю возможностей назначения маркеров и пиктограмм, добавление текста и др.;

– 3D отображение и анимация слоёв по времени и глубине (высоте);

– создание новых слоёв по «своим» данным, подгрузка слоёв с других серверов, наноска маркеров;

– отображение обстановки – заданных климатических и оперативных слоёв, штормовых оповещений, предупреждений и другой гидрометеорологической информации с возможностью наноски подробных сведений об объектах, подвергаемых воздействию ОПЯ;

– визуализацию сопутствующей информации;

– выбор из каталога геосервисов, загрузку карт с внешнего ГИС-сервера и визуализацию тематических карт;

– подготовку слоёв для территориального планирования (слои расположения пунктов наблюдений, портов, других объектов);

– сохранение выбранных данных в виде файлов данных, картографических, табличных и графических представлений для использования руководителем независимо от приложения;

– совмещение в ГИС слоёв с пространственным распределением параметров среды и координатами объектов экономики (статических и динамических) для программного и визуального анализа ситуаций, связанных с нахождением объектов в опасных условиях;

– стандартные ГИС-функции (увеличение/уменьшение, включение/отключение слоёв и изменение статуса активности, отображение значений, изменение проекции отображения и др.).

До ОПЯ на основе климатической и исторической информации должны использоваться следующие сервисы:

1) Определение вероятности явления и степени его опасности для обеспечения жизнедеятельности населения и деятельности организаций и предприятий, оценка рисков ОПЯ, включая их повторяемость;

2) Отслеживание изменений показателей ОПЯ, анализ закономерности этих изменений и вычисление тенденции их развития во времени и в пространстве;

3) Идентификация опасных явлений, регистрирующихся различными системами наблюдений;

4) Получение сведений о зарегистрированных ранее (исторических событиях) ОПЯ в заданном районе;

5) Поиск и анализ новостной информации в СМИ о различных ОПЯ в России и за рубежом;

6) Оценка влияния возможных изменений климата на различные отрасли экономики;

7) Оценка и прогнозирование комплексного воздействия природных и техногенных факторов на состояние здоровья и жизнедеятельность населения в условиях изменяющегося климата и окружающей среды;

8) Информирование руководителей с помощью SMS-сообщений в случае выхода значения параметра среды за пороговое значение;

9) Доставка информации об ОПЯ и оценка уровня опасности по событию;

10) Автоматический запуск приложения МетеоАгент на компьютерах руководителей, включая мобильные интернет-устройства;

11) Получение сведений о населённых пунктах, водохозяйственных и других потенциально опасных объектах, социально экономической, технологической и другой информации по объектам, подвергаемым воздействию явлений на основе паспортов объектов;

12) Расчёт агрегированной информации по событиям, связанным с ОПЯ.

При тревоге (имеется краткосрочный, долгосрочный, сверхдолгосрочный прогнозы ОПЯ) выполняются следующие сервисы:

1) Прогноз ГМУ в точке, в том числе ОПЯ;

2) Формирование карты опасных явлений на экране монитора в виде карты на основе прогностических данных;

3) Оценка гидрометеорологической обстановки (индикация состояния) согласно РД 52.04.563–2013 на основе прогностических данных;

4) Получение прогностической карты развития ОПЯ;

5) Формирование штормовых предупреждений на основе прогностических данных и передача этих сведений с помощью различных средств связи, включая сервис МетеоАгент, работающий на мобильном интернет-устройстве;

6) Выявление аномальных явлений на основе сравнения последовательных во времени карт;

7) Анализ закономерностей изменения показателей явлений во времени и развития процессов во времени и пространстве;

8) Получение сведений о состоянии промышленных объектов (порты, аэропорты и др.), которые подвергаются воздействию ОПЯ;

9) Анализ гидрометеорологических условий на основе прогностических данных для отдельных объектов (суда, порты, аэропорты и др.);

10) Подготовка метеограммы (состояние погодных условий по маршруту) на основе прогностических данных;

11) Объединение наблюдённой и прогностической информации на одном графике.

12) Создание информеров для веб-сайтов объектов по ОПЯ для информирования об опасности;

13) Оценка уровня опасности явлений (градиенты атмосферного давления, обледенение, наводнение, паводок, снежные лавины и сели, ураганы) на основе прогностических данных;

14) Мониторинг обстановки за счёт компактного режима отображения минимально необходимой информации за заданный (7 дней) промежуток времени в виде графиков изменений показателей во времени с индикацией уровня опасности;

15) Выдача сведений о воздействиях ОПЯ на промышленные объекты и их деятельность;

16) Оценка ущерба от ОПЯ;

17) Выдача рекомендаций для проведения превентивных мероприятий;

18) Оценка стоимости превентивных мероприятий;

19) Выбор оптимальных решений на основе разницы между ущербом и стоимостью превентивных мероприятий;

20) Получение сведений об имеющемся транспорте для эвакуации людей;

21) Получение сведений о транспорте для спасения имущества предприятий.

В период прохождения ОПЯ выполняются следующие сервисы:

1) Выдача штормовых оповещений об ОПЯ;

2) Мониторинг ОПЯ [56];

3) Автоматическое выявление превышения пороговых значений показателей ОПЯ на основе исходных и прогностических данных с заблаговременностью до пяти суток;

4) Оценка текущих значений показателей для различных объектов, подвергаемых воздействию ОПЯ с помощью сервиса МетеоМонитор;

5) Диагноз характеристик отдельных явлений производится на базе синтеза данных контактных и спутниковых наблюдений;

6) Запуск моделей (расчёт распространения нефти при разливе, аварии судна, расчёт дрейфа судна во льдах; расчёт оптимального маршрута судна при переходе через море, океан, другие), расположенных удалённо и использующих данные результатов космической деятельности;

7) Представление сведений об уровне опасности на функциональных клавишах в виде цветовой сигнализации (цвет, мигание, спецсимволы, яркость) для подсветки индикаторов в АРМах руководителя, динамиках – звуковой сигнализации;

8) Создание звуковой сигнализация для привлечения внимания населения, работников предприятий, пассажиров за счёт подсветки табло сигнализации об эвакуации из помещений;

9) Формирование окна сигнализации событий для вывода в текстовом виде сообщений об ОПЯ и уровне их опасности;

10) Формирование индивидуальной сигнализации в виде изменения цвета, мерцания символов значений показателей, указывающего на превышение индикаторов ОПЯ пороговых значений, сигнализация о недостоверности отдельных значений показателей;

11) Формирование аварийной и предупредительной сигнализации, связанной с влиянием ОПЯ на производственные процессы (обрыв электрических проводов в период гололёда, снежные заторы на автотрассах);

12) Формирование мнемосхем с динамическим изображением текста, графиков изменения параметров, индикация значений показателей ОПЯ;

13) Вызов фрагментов мнемосхем и других форм контроля над объектом и видами деятельности;

14) Формирование подтверждений о начале и снятии сигнализации об ОПЯ в виде квитка (вручную или автоматически при исчезновении причин, её вызвавшей);

15) Поиск и выдача аудио и видеоинформации для показа похожих событий, связанных с ОПЯ;

16) Выдача реальной гидрометеорологической обстановки и состояния выполнения превентивных мероприятий, полученных с помощью видеокамеры кругового обзора;

17) Формирование подсказок для руководителей для того, чтобы помочь руководителю разобраться с выбором дальнейших действий;

18) Получение описаний формализованных бизнес-процессов, выполняемых в период подготовки и прохождения ОПЯ;

19) Формирование комплексных карт со слоями, отображающими промышленные объекты, пункты эвакуации, направление движения и т.п.;

20) Получение совмещённых графиков изменений параметров среды и состояния экономических объектов во времени для визуального анализа и прогноза возможных изменений на объектах экономики;

21) Увеличение степени обобщения данных по мере перехода к экранам более высокого уровня;

22) Хранение подтверждений (квитков) о получении штормовых оповещений и других действий;

23) Архивация сведений о явлении.

После прохождения ОПЯ выполняются следующие сервисы:

1) Выдача штормового оповещения об окончании явления;

2) Гидрометеорологическое обеспечение (текущее состояние и прогноз) для проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ;

3) Проведение моделирования аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в морях и реках после аварии с учётом ГМУ;

4) Предоставление информации о состоянии промышленных объектов, государственных органов управления, населения после явления;

5) Выдача сведений о возможных последствиях и рекомендаций для принятия решений;

6) Контроль выполнения рекомендаций для предотвращения последствий ОПЯ;

7) Предоставление сводного состояния показателей ОПЯ для различных промышленных объектов и государственных органов управления на различные моменты времени;

8) Анализ выполненных рекомендаций до и в период прохождения явления;

9) Подготовка отчёта о произошедшем явлении и высланных оповещениях об ОПЯ для руководителей.

3.8.7 Состав данных для описания ситуаций, связанных с воздействием опасных природных явлений

Вся необходимая информация о сложившейся гидрометеорологической обстановке и объекте должна быть интегрирована в рамках одной системы. При этом информация в системе всегда должна быть актуальной, независимо от того есть или нет ОПЯ. Обобщение (агрегация) необходимой информации производится тоже заранее, по мере поступления исходных данных. При необходимости руководитель должен иметь возможность получения детализированных данных о гидрометеорологической обстановке и состоянии объекта. Развитие информационного обеспечения представлено в табл. 3.16.

Требуемые для руководителя данные должны включать:

– сведения об ОПЯ;

– текущее состояние гидрометеорологической обстановки в месте расположения объекта на основе информации с метеостанции;

– прогностическое состояние гидрометеорологической обстановки в районе расположения объекта;

Таблица 3.16 – Развитие информационного обеспечения

Должны быть оцифрованы и обновляемы в реальном времени	Последствия
Сведения о состоянии станций и постов	Будет известна информации о работоспособности пунктов-станций и постов
Климатические, прогностические, текущие данные	Будет доступна информация о состоянии окружающей среды
Сведения об ОПЯ (место, время, уровень опасности)	Будут автоматически выявляться и автоматически доводиться сведения об ОПЯ до руководителей
Сведения о возможных воздействиях ОПЯ на промышленные предприятия в зависимости от типа объекта, видов деятельности на этом предприятии, уровня опасности ОПЯ, времени использования информации (до, в период и после явления)	Появятся прогнозы воздействий ОПЯ для каждого конкретного предприятия, видов деятельности на этом предприятии, уровня опасности, времени использования информации
Возможный ущерб от воздействий ОПЯ	Будет возможность более эффективно принимать решения
Сведения о рекомендациях	Будет выполняться обязательный комплекс мероприятий
Возможные затраты на превентивные предприятия	Будут оптимизированы затраты на превентивные мероприятия и уменьшен ущерб от ОПЯ

– климатическое состояние в районе расположения объектов;

– пороговые значения показателей явления;

– сведения об объекте и видах деятельности, выполняемых на объекте;

– сведения об имеющемся транспорте для эвакуации людей;

– сведения о транспорте для спасения имущества предприятий.

Для подготовки данных к использованию в СППР необходимо выполнить следующие этапы обработки данных:

– приём и первичная обработка данных, поступающих по каналам ГСТ, используемых для анализа и прогноза гидрометеорологических условий;

– выявление ситуаций, опасных для объекта и его деятельности, на основе текущей и прогностической информации;

– доставка информации об ОПЯ руководителям с указанием места, времени, названия и значения показателя опасности;

– получение более детальной информации о сложившейся гидрометеорологической обстановке;

– сигнализация об уровне опасности;

– поиск сведений о возможных воздействиях и рекомендаций для принятия решений;

– ситуационный анализ состояния объекта и его деятельности;

– оценка возможных воздействий, ближайших и отложенных последствий ОПЯ;

– планирование превентивных мероприятий;

– исполнение – реализация разработанных планов с учётом имеющихся ресурсов;

– отслеживание – проверка исполнения действий и их эффективности.

Аналитическая (диагностическая) обработка текущих, прогностических и климатических данных с выявлением ситуаций (показателей ОПЯ) включает подготовку сообщений с указанием времени, места, вида ОПЯ, показателя явления.

Руководитель управляет ситуациями либо по событиям, связанным с ОПЯ, возникающим в районе объекта, или по состоянию объекта, возникающему в результате воздействия ОПЯ. При этом проводится контроль текущих событий и состояний объекта; анализируются эти события и состояния; даётся прогноз и проводится анализ прогностических событий и состояний, в том числе происходящих после прохождения ОПЯ. Для каждой ситуации выделяются события и состояния окружающей среды до, в период и после явления:

– результаты анализа, расчёта потенциальных событий и состояний окружающей среды (расчёт повторяемости и вероятности) на основе климатических данных, включая сведения о возможных воздействиях ОПЯ на предприятия и население, рекомендации для принятия решений;

– результаты анализа и диагностики прогностических событий и состояний окружающей среды, в том числе возможные воздействия и рекомендации;

– результаты анализа, диагностики текущих событий и состояний окружающей среды в момент ОПЯ, включая воздействия и рекомендации для принятия решений, расчёт затрат на превентивные мероприятия;

– результаты анализа и диагностики событий и состояний окружающей среды после прохождения ОПЯ с расчётом затрат на аварийно-спасательные и восстановительные мероприятия, оценкой реального ущерба;

– подготовка отчётов о произошедших явлениях.

Контроль деятельности руководителя – это мониторинг эффективности выполнения выработанного плана действий, наблюдения за совокупностью динамических характеристик объекта, складывающимися условиями окружающей среды и включает следующие функции:

– получение сведений об ОПЯ, регистрация и архивация сведений о них (время возникновения и окончания ОПЯ, тексты сообщений; время получения сообщения и отправки подтверждения на его получение; время отключения или включения подписки на автоматическое получение сведений об ОПЯ);

– возможность просмотра пропущенных ранее сообщений руководителем предприятия, если они не были замечены и подтверждены;

– подтверждение получения можно делать как для отдельного сообщения, так и всех сообщений, поступивших за определённый период;

– сообщения об ОПЯ, которые закончились, автоматически удаляются из окна сигнализации с обязательным подтверждением о его удалении, при этом автоматически снимается и сигнализация (мерцание, звуки и т.д.);

– приём, обработка и сохранение команд руководителя на получение той или иной информации в протоколе работы системы;

– предоставление информации о состоянии системы;

– определение состояния промышленных объектов и органов государственного управления (количество работающих, проживающих, выпускаемой продукции, подверженных воздействию ОПЯ);

– контроль выполнения рекомендаций, направленных на предотвращение последствий;

– проверка изменений положения различных групп населения, наиболее подверженных ОПЯ;

– ведение единой системы присвоения меток времени при сборе и использования данных (все данные наблюдений окружающей среды регистрируются по Гринвичскому времени, а события на объектах – московскому или местному времени).

Для обеспечения работоспособности системы, актуальности данных, регистрации всех передаваемых сообщений и подтверждений об их получении должен быть компонент, позволяющий контролировать как работу системы, так и деятельность руководителя. Формы и порядок контроля совершения действий и принятия решений в ходе выполнения полномочий руководителя предприятия или органа государственной власти при учёте состояния окружающей среды должны быть прописаны в регламенте ГМО.

Руководитель должен прогнозировать, планировать, организовывать, руководить, координировать и контролировать выполнение решений. Для этого необходимо регистрировать все выпущенные организациями Росгидромета предупреждения об ОПЯ (журнал учёта), все этапы прохождения сообщения от

момента выдачи до прекращения явления (жизненный цикл сообщения), а также этапы использования сведений об ОПЯ на промышленном объекте. Для выполнения превентивных мероприятий руководитель должен привлечь соответствующие ресурсы, поэтому результаты расчёта необходимых ресурсов должны сохраняться.

Для работы СППР создаются следующие БД:

– пороговые значения показателей ОПЯ – значения показателей ОПЯ для различных уровней опасности и в зависимости от типа промышленного объекта, вида деятельности, геообласти, сезона года, климатической зоны;

– база интегрированных данных для выявления ОПЯ – результаты интеграции данных из различных источников;

– сведения об ОПЯ – результаты обработки исходных и прогностических данных с использованием пороговых значений показателей ОПЯ в виде сведений о них (дата, время, имя явления, уровень опасности);

– сведения об объектах – сведения о промышленных объектах с указанием ОПЯ, влияющих на предприятие;

– исторические сведения об ОПЯ – каталог явлений, в котором указывается дата, время, место, название явления и сведения об ущербе и различных воздействиях явлений на предприятия и их деятельность;

– показатели ОПЯ.

Для поддержки решений необходимо создание БД, включающей следующий состав таблиц: описание проявления ОПЯ, формализованное типовое описание ситуации, описание объекта, пороговые значения (индикаторы) показателей ОПЯ, сведения о применяемых экономико-математических моделях.

В соответствии с Руководством по прогнозированию [63] журнал учёта штормовых предупреждений об ОПЯ включает следующие атрибуты: номер выпуска предупреждения; название гидрометеорологического явления, об опасности которого дано предупреждение; дата составления выпуска предупреждения; водный объект; пункт (акватория) на водном объекте; содержание предупреждения; наименование организации, которой дано предупреждение; фамилия принявшего и передавшего предупреждение; заблаговременность предупреждения; оправдываемость предупреждения; когда создано; кто составил; когда редактировалось; лицо, сделавшее исправления; причина внесения исправлений.

Для учёта затрат времени на различные этапы получения, раскодировки, отправки, доставки и прочтения сообщения необходимо создать таблицу описания жизненного цикла сообщений, который включает следующие атрибуты:

ИД этапа; название ОПЯ; название этапа жизненного цикла сообщения (получение штормового предупреждения, оценка обстановки и уровня опасности для объекта, рассмотрение списка возможных воздействий, расчёт возможного ущерба, уточнение рекомендаций, расчёт затрат на превентивные мероприятия, принятие решения, выполнение решений, отмена ОПЯ, анализ результатов использования сообщений и принятия решений); дата и время. Описание ОПЯ включает ИД, период действия, максимальные значения показателей, места проявления, примечание.

Список рекомендаций для каждого объекта должен определять, что делать, чтобы не возникла такая ситуация до, в момент и после ОПЯ отдельно (перечень действий, которые помогут предотвратить или уменьшить влияние воздействий). Сведения о рекомендациях включают ИД ситуации, ИД воздействий, ИД рекомендаций, уровень управления, критерий выполнения рекомендаций, текст рекомендаций, приоритет рекомендаций, ИД модели для расчёта стоимости рекомендаций, стоимость затрат на превентивные мероприятия, возможный эффект от выполнения рекомендаций (экспертная оценка), источник.

Информация о том, что произошло на объекте, включает: ИД явления; ИД объекта; перечень воздействий, которые были предложены системой, перечень воздействий, которые произошли, но не были спрогнозированы; перечень рекомендаций, которые были предложены системой с указанием рекомендаций, которые были выполнены; мероприятия, которые были выполнены дополнительно. Для каждого мероприятия указывается стоимость или даётся оценка его значимости для безопасности жизнедеятельности по 10-бальной шкале.

Результаты расчётов необходимых ресурсов должны включать ИД-явления, ИД-рекомендации, название рекомендации, полная стоимость её осуществления, включая количество необходимых людских ресурсов, транспорта, материалов, планируемая стоимость осуществления.

После каждого ОПЯ руководитель должен заполнить форму отчётности о совершении действий или принятии решений в ходе выполнения полномочий руководителя предприятия или органа государственной власти. Форма отчётности должна включать ИД явления, ИД объекта, перечень воздействий, которые произошли на данном объекте, сумму материального ущерба, количество пострадавших, погибших, количество эвакуированных людей, объём грузов, оборудования, который был эвакуирован. Общий ущерб об ОПЯ включает сумму ущерба от всех воздействий и сумму затрат на все превентивные мероприятия.

Описание проявления ОПЯ включает: ИД ситуации; название ОПЯ; название географической области проявления; дату и время начала проявления ситуации; дату и время окончания проявления ситуации; текстовое описание явления; координаты точки или района; ИД объектов, на которых проявляется явление; интенсивность явления; площадь распространения в квадратных километрах; число разрушенных домов; детальное описание разрушений; тяжесть проявления (масштаб, характер проявления); ИД деятельности, на которой отражается влияние явления; кто составил описание; дату составления описания; дату изменения описания. Сведения о каждом воздействии включают ИД ситуации, ИД воздействия, вид деятельности, текст воздействия, приоритет воздействия, возможный ущерб, ИД модели по оценке ущерба, источник.

Обслуживание федеральных органов исполнительной власти включает выполнение следующих действий: оформление заявки на обслуживание; определение пороговых значений показателей состояния окружающей среды; организацию автоматической доставки сведений об ОПЯ руководителям.

Кроме того, необходимы сведения о:

– материалах, грузах, подвергаемых воздействию ОПЯ, с указанием имени объекта, имени груза, объёмах грузов в тоннах, какому воздействию подвергается, чего боится – влаги, ветра, низкой температуры, где находится, способ эвакуации;

– детальных технических характеристиках объектов, например о трубопроводе с указанием размеров, категории трубопровода, рабочего давления, диаметра труб, толщины стенки, марки стали, минимального предела текучести, предела прочности, расчётной температуры для наземного участка трубопровода, расчётной температуры для морского участка трубопровода, антикоррозионного покрытия, утяжеляющего трубы, подводных и береговых участков трубопровода, о средствах защиты от электрохимической коррозии, дате запуска.

Формализованное описание показателей ОПЯ включают название показателя на русском и английском языках: код показателя; единица измерения; пояснение, краткое определение; цель создания показателя; основание для создания показателя (международное соглашение, постановление правительства); связь с другими показателями; исходные данные для расчёта показателя; схема расчёта; временной масштаб обобщения; пространственный масштаб обобщения; дата начала расчёта; дата пополнения массива данных; организация, проводившая расчёт; организация, представившая показатель; автор программной реализации; ссылки на публикации; форма визуализации; георайон; URL; использование показателя; присутствие в списках (ВМО, МОК ЮНЕСКО, КУПС);

требования к сбору и мониторингу данных; трудности и ограничения; характеристика временного ряда; рубрикатор; ответственный сотрудник – автор; дата утверждения показателя; кто утвердил; требования к сбору данных; трудности и ограничения; аудитория, на которую рассчитан показатель; ограничения – любые обстоятельства, представляющие препятствие для применения или интерпретации показателя.

Сведения о применяемых экономико-математических моделях включают: название экономико-математической модели; назначение модели (оценка воздействий или расчёт затрат на превентивные мероприятия); физический адрес модели для запуска; исходные данные для модели; автор модели.

Сведения об объектах и видах деятельности, подвергаемых воздействию ОПЯ, включают учётный номер предприятия, виды деятельности, на которые влияют ОПЯ, число операторов, объём выпускаемой продукции (в тыс. руб.), объём выпускаемой продукции в натуральных единицах.

Для поддержки решений, кроме условий среды, необходима социально-экономическая, технологическая, организационная и другая информация по объектам, которые подвергается воздействию ОПЯ.

Информация для управления включает зоны ответственности организаций за гидрометеорологическое обеспечение, журнал учёта обслуживания, журнал учёта ущерба, эффективности обслуживания, выпуска продукции – бюллетеней, обзоров, описание методов прогнозирования, реестр экспертов.

Организационная информация включает сведения:

– об объектах, зависящих от условий среды (состояние объектов и органов управления, методы планирования и принятия решений, экономико-математические модели, возможное влияние воздействий среды на объекты экономики, рекомендации по принятию решений);

– о командной информации – приказы, распоряжения, директивы, результаты выполнения команд;

– о системе обслуживания – информация о запросах, их выполнении и исполнителях, характеристиках вычислительного процесса, описание входной и выходной информации, каналов связи, получение данных.

Экономическая информация включает сведения:

– об ущербе от ОПЯ – время простоя судов, предприятий;

– о достигнутых результатах функционирования объектов, например, эффективность использования информации о состоянии окружающей среды, результатах обслуживания судов, рыбного флота;

– о последствиях ОПЯ, которые должны отражать: имя объекта, номер явления, характер предотвратимости, фактическую заблаговременность прогноза, число жертв, сумму ущерба, стоимость превентивных мероприятий, стоимость мероприятий по ликвидации последствий, предотвращённый и фактический ущерб, экономию материальных средств, экономический и качественный эффект.

Технологическая информация включает сведения о торговых судах на подходе к порту в очереди и под разгрузкой, движении экспортных и импортных грузов в порту, моделях принятия решений и др.

Социальная информация включает: место жительства, работы населения, расположение мест скопления людей; состояние окружающей среды; сведения о материальных объектах, созданных человеком; сведения об опасных объектах, других источниках потенциальных опасностей.

Большой интерес для последующего анализа и обобщения опыта управления представляют массивы различного рода плановых показателей (планы перевозок, добычи рыбы, строительства и т.п.). Значения этих показателей уже утратили интерес для текущего функционирования системы управления предприятием, но их можно использовать для выявления тенденций и закономерностей процессов управления и совершенствования системы управления. Такие массивы будут содержать «живой» опыт истории управления. Наличие технико-экономической информации объективно создаёт условия для совершенствования системы обслуживания, т.к. руководители в одинаковых условиях примут близкие решения.

Технико-экономическая информация включает сведения о видах деятельности, подвергаемых воздействию явлений, сведения о насыщенности объектов средствами борьбы с ними, сведения о местах наибольшего скопления людей, сведения о материалах, грузах, подвергаемых воздействию ОПЯ, сведения о дорогах, сведения о населённых пунктах, сведения о гидрографических объектах, сведения о прогностических органах, сведения о прогнозах, сведения о ранее проявившихся опасных явлениях, сведения о технических ресурсах для использования в период явления, сведения о химических веществах, СДЯВ, характеристиках химических и загрязняющих веществ, сведения об установках с химическими веществами, сведения о транспортных средствах, сведения о несчастных случаях с разливами.

Технико-экономические характеристики объекта определяют следующие атрибуты: ИД объекта; название объекта, на котором может отразиться это ОПЯ; тип объекта; ФИО руководителя; адрес предприятия, телефон,

электронная почта; географическая область; координаты объекта или района; деятельность, на которой отражается влияние явления; уровень управления объектом; критерий работы объекта; время воздействия ОПЯ; площадь воздействия; УГМС, гидрометеостанция, зафиксировавшая ОПЯ и обеспечивающая объект информацией; расстояние от станции или поста; удалённость от уреза воды; расстояние до ближайшего убежища; удалённость от крупного населённого пункта; критическое время воздействия ситуации; необходимая заблаговременность прогнозов; год постройки объекта; конструкция – высота, длина, форма объекта; устойчивость к ветровому напору; характеристики рельефа местности; грунт; залесённость, плотность застройки, рассредоточенность сооружений, характер застройки; процент изношенности инфраструктуры; коэффициент урбанизации; объём сбрасываемой воды, объём потребляемой воды, энергии; возможные выбросы; планы местности; рекомендации для каждого объекта, вида деятельности; общее количество работающих на объекте; число работающих в одну смену; количество проживающих; количество незанятого населения; количество детей школьного и дошкольного возраста; количество людей старше 60 лет; количество людей, имеющих ограниченные средства к существованию; количество людей, требующих индивидуальной эвакуации; количество людей, имеющих средства передвижения; количество людей без транспорта; количество людей, имеющих яхты, лодки, шлюпки, индивидуальные средства спасения на воде; количество людей с минимальным прожиточным уровнем; количество незастрахованных жилищ; количество людей с ограниченными возможностями; количество людей, подверженных депрессии; количество людей, пользующихся системами вентиляции; количество офисов, других рабочих мест, оборудованных вентиляцией; количество больниц (койко-мест в каждой больнице); количество школ (учащихся в каждой школе); наличие опасных материалов; вероятность, мощность потенциальных воздействий ОПЯ; стоимость оборудования; стоимость превентивных мероприятий; стоимость выпускаемой продукции в день; среднесуточная зарплата работающих на объекте; количество выпускаемой продукции; ожидаемое время простоя объекта; процент порчи выпускаемой продукции (материалов); площадь зданий, сооружений, подверженных воздействию ОПЯ; средняя стоимость ремонта; стоимость объекта при гибели (полном уничтожении) объекта; количество эвакуируемых из зоны опасности; стоимость одного пассажиро-места на разных типах транспорта; количество раненых; средняя стоимость лечения; стоимость аварийно-восстановительных мероприятий; стоимость вывоза одной тонны имущества;

вес перемещаемого оборудования; стоимость укрытия материалов; количество населения, подвергаемого воздействию ОПЯ, плотность населения; стоимость личной собственности; процент деградации экосистем; названия ЭММ для оценки возможного ущерба и расчёта затрат на превентивные мероприятия; стоимость оборудования, зданий и систем жизнеобеспечения.

Некоторая часть сведений об объектах включена в Паспорт безопасности объекта, который состоит из следующих разделов и приложений (общая характеристика опасного объекта; показатели степени риска чрезвычайных ситуаций; характеристика аварийности и травматизма; характеристика организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации ЧС; ситуационный план с нанесёнными на него зонами последствий от возможных чрезвычайных ситуаций на объекте (построение изолиний риска осуществляется от максимально возможных значений); расчётно-пояснительная записка.

Сведения о видах деятельности, подвергаемых воздействию ОПЯ, включают ИД объекта; учётный номер предприятия; вид деятельности, на который влияют ОПЯ; число операторов; объём выпускаемой продукции в тыс. руб.; объём выпускаемой продукции в натуральных единицах.

Сведения о насыщенности объектов средствами борьбы с ОПЯ включают ИД объекта; имя объекта; количество автомашин; количество автобусов; общая вместимость автобусов; количество экстренных транспортных средств; количество запасов медикаментов; общая грузоподъёмность; количество снегоуборочных машин; количество насосов по откачке воды; количество пожарных машин; количество средств пожаротушения; наличие и расход огнетушащих веществ; количество пенообразующих средств; наличие детекторов определения взрывоопасности; наличие токсичных газов; наличие пробоотборников; количество измерителей ветра; количество автономных дыхательных аппаратов; количество комплектов защитной одежды; наличие аналитического оборудования для анализа проб; количество бульдозеров; количество плавсредств; количество вертолётов; количество цистерн.

Сведения о местах наибольшего скопления людей (театры, кинотеатры, вокзалы, универмаги) включают предполагаемые стратегии пожаротушений для различного типа пожара.

Сведения о материалах, грузах, подвергаемых воздействию ОПЯ, включают ИД объекта, имя объекта, имя груза (материала), количество в тоннах, какому воздействию подвергается, чего боится (влага, ветер и т.п.), где находится, способ эвакуации (машина, трактор и др.).

Сведения о дорогах включают описание местных дорог, подъездов, как добраться, состояние дорожного покрытия, перечень расположенных на каждой улице общественных зданий.

Сведения о населённых пунктах включают название, адрес, типы зданий в населённых пунктах – больниц, домов престарелых, школ; число жителей, в т. ч. детей, престарелых, кратчайшие маршруты к месту аварии.

Сведения о гидрографических объектах включают общее описание морей и океанов; массив склонений, глубин; описания грунтов, огней, навигационных знаков; сведения о портах, островах, реках, руководствах, картах; навигационное описание маршрута.

Сведения о прогностических органах включают название организации, способ передачи, ответственного за доведение, кому передаётся, приоритет, заблаговременность, схема обслуживания в период ОПЯ, сведения об учреждении, описание входных и выходных потоков данных, каналы связи, расписание приёмопередачи карт, планы обслуживания, запросах, выполнении запросов и его исполнителях, характеристики вычислительного процесса.

Сведения о прогнозах включают название, категорию (краткосрочную, долгосрочную, сверхдолгосрочную), регион (глобальный, полушарие, океан, страна, акватория, край, субъект федерации, населённый пункт), время, текст прогноза, автор прогноза, организация, подготовившая прогноз, метод прогноза, интервал временного обобщения, сфера прогнозирования (атмосфера, океан, река, море), заблаговременность выпуска прогноза (от, до), срок действия прогноза (от, до), интервал времени уточнения прогноза, интервал времени обновления прогноза, вид прогноза (предупреждение, нау кастинг, краткосрочный, долгосрочный), назначение прогноза (для специалистов, общего пользования, авиационной, морской, автодорожной, железнодорожной, сельскохозяйственной, туристической, строительной отраслей), оправдываемость прогноза, условия распространения прогноза (бесплатно, за плату), вид представления (БД, таблица, карта, график, текст), статус прогноза (официальный, экспериментальный, авторский).

Сведения о ранее проявившихся опасных явлениях включают параметры, характеризующие ОПЯ, их критерии, имя и номер ОПЯ, дату начала, дату окончания, время начала, время окончания, длительность, интенсивность, площадь распространения на станциях, площадь распространения (в км^2), число разрушенных домов, детальное описание.

Сведения о технических ресурсах для использования в период ОПЯ включают имя объекта, количество средств пожаротушения, количество экстренных

транспортных средств, количество запасов медикаментов, наличие детекторов определения взрывоопасности, наличие и расход огнетушащих веществ, наличие пробоотборников, количество измерителей ветра, количество автономных дыхательных аппаратов, количество комплектов защитной одежды, наличие аналитического оборудования для анализа проб, количество бульдозеров, количество плавсредств, количество вертолётов, количество цистерн, количество пенообразующих средств, местонахождение различного противопожарного оборудования – огнетушителей, водораздаточных вентилей, аварийных телефонов, запасных выходов, панелей противопожарных средств, пожарных лифтов; состояние парка пожарных машин, местонахождение каждой пожарной станции и машины, личного состава пожарных бригад; в местах наибольшего скопления людей (кинотеатры), а также предполагаемые стратегии пожаротушений для различного типа пожара; количество автомашин, количество автобусов, общая вместимость автобусов, общая грузоёмкость, количество снегоуборочных машин, количество пожарных машин, количество насосов по откачке воды.

Сведения о химических веществах, СДЯВ включают: имя, температуру кипения в °С, удельный вес, плотность пара на воздухе равен 1,0, температура вспышки – в °С, пределы воспламеняемости – в %, скорость горения – в мм/мин, скорость испарения при 27 °С – в г/кв см в сек., давление пара по Рейду при 38 °С, молекулярный вес, общие сведения, промышленные процессы, в которых они используются, основные механизмы патогенеза, нижний и верхний пределы концентрации в крови человека, токсичность, опасность для здоровья, защитная одежда, рекомендации, процедуры обеззараживания, пожарная опасность.

Сведения о характеристиках химических и загрязняющих веществах включают: название вещества, концентрацию, время пребывания в воде, время перехода в донные отложения, среднее содержание в фитопланктоне, извлечение фитопланктоном, вынос реками во взвеси, в растворе, период полураспада, активность распада, коэффициент накопления в организмах, группы организмов, в которых накапливается, источники поступления, вертикальное распределение.

Сведения об установках с химическими веществами – наличии и местонахождении легковоспламеняющихся материалов и химических веществ на объекте включают: имя вещества; адрес подразделения; местоположение; предприятие; телефон; директор; вещество – где производится, хранится, используется, складируется, удаляется; имеющиеся выбросы, с кем устанавливается связь; как хранится вещество; максимальный объём производства в сутки;

типы сценариев; сведения о запросах на эти сведения; опасные зоны; зарегистрированные несчастные случаи.

Сведения о транспортных средствах для перевозки химических веществ включают: регистр транспортных средств, список опасностей, правила перевозки опасных веществ (карты, планы, улицы), требования города.

Сведения о несчастных случаях с разливами включают: дату, количество разлитого вещества, что произошло, число пострадавших, оценку экономического ущерба, какие меры приняты, производственный этап (пуск установки, нормальная работа, реконструкция, остановка), вид инцидента (пожар, взрыв, выброс, пролив), тип производства (цех, погрузка, разгрузка, транспортировка, хранение), метеоусловия, в которых произошёл инцидент (скорость и направление ветра, стабильность атмосферы, температура, влажность, наличие осадков), использованное оборудование, людские и материальные потери и т.п.

Для функционирования СППР необходимо использовать существующую информационную продукцию Росгидромета – наблюдения, прогнозы, климатические справочники, РД, ГОСТы, СНиПы, др. Для полноценного принятия решений, кроме перечисленных выше сущностей, необходимо существенное развитие информационных ресурсов, которые сейчас не готовятся, например, очень мало долгосрочных прогнозов ГМУ. Они либо отсутствуют в существующих ИС, либо представлены в форме, не пригодной для автоматического анализа (даются в виде текста).

3.9 Выводы

Для создания СППР необходимо:

– провести обследование, выявить характеристики объекта, характеризующие состояние и развитие объектов экономики, необходимые для их управления, определить информационные потребности руководителя в аналитической информации;

– определить состояние сбора, обработки, хранения и передачи информации, необходимой для оценки воздействий;

– уточнить перечень показателей, на основе которых осуществляется постоянная поддержка решений;

– разработать методы оценки и получения показателей, характеризующих состояние окружающей среды;

– улучшить или разработать новые методы прогноза состояния среды в зависимости от развития хозяйственной и иной деятельности

(в масштабах – населённый пункт, город, район, область, край, республика, федерация) для различных сфер;

– определить требования к информационному, программному, техническому, технологическому и организационному обеспечениям СППР;

– оценить масштабы использования информации в отраслях экономики, затраты на её создание, хранение и передачу руководителям;

– провести анализ потерь и ущербов, связанных с недостаточным уровнем использования информации;

– произвести оценку влияния ОПЯ на объекты экономики;

– создать БД с временными рядами и сеточными данными по социально-экономическим показателям и состоянию окружающей среды;

– создать банк экономических моделей;

– развить информационную продукцию для поддержки решений на объектах экономики;

– разработать средства анализа данных, развить подсистему оповещения;

– определить основные источники информации о состоянии среды;

– создать каталог информационных ресурсов;

– интегрировать необходимые данные;

– сформировать базу пороговых значений показателей, определяющих ОПЯ в зависимости от уровня опасности, типа промышленного объекта, выполняемой им деятельности, уровня управления объектом, сезона года, климатической зоны;

– организовать автоматическое обнаружение опасных явлений на основе интегрированных данных;

– создать сервисы для отражения результатов оперативного мониторинга гидрометеорологической обстановки;

– разработать технологии для комплексного и адресного информационного обслуживания за счёт автоматической доставки информации руководителям для оценки влияния ОПЯ и возможных изменений климата на различные отрасли экономики страны;

– создать средства автоматического мониторинга с обновляемыми аналитическими представлениями, схемами состояния параметров окружающей среды по уровням опасности (индикация) для каждого объекта экономики и выходом на более подробное рассмотрение ситуаций (карты текущей, прогностической, климатической информации);

– развить программу МетеоАгент для автоматического запуска приложений на компьютерах руководителей, включая мобильные

интернет-устройства, и информирования руководителей с помощью SMS сообщений;

– разработать средства получения сведений о зарегистрированных ранее опасных явлениях в заданном районе;

– разработать средства получения сведений о населённых пунктах, водохозяйственных и других потенциально опасных объектах, социально экономической, технологической и другой информации по объектам, подвергаемым воздействию опасных явлений;

– рассчитать агрегированную информацию по событиям, связанным с ОПЯ (количество явлений по типам, районам);

– получить спутниковую информацию по районам распространения опасных явлений.

СППР необходима для решения следующих бизнес-задач:

– обеспечение безопасности населения – своевременное информирование, предупреждение дежурных на диспетчерских пунктах, аварийно-спасательных, пожарных, надзорных служб, муниципальных, субъектовых служб, органов МЧС России о прогнозе, возникновении опасных явлений и аварийных ситуаций, связанных с ними, а также о возможных их воздействиях на промышленные объекты, их непосредственную деятельность и население;

– расчёт возможных потерь, размеров ущерба в случае прохождения ОПЯ;

– уменьшение ущерба за счёт сокращения времени на доведение информации об ОПЯ, прогноз возможных воздействий и проведения соответствующих и своевременных превентивных мероприятий;

– повышение эффективности эксплуатации транспорта и обеспечения его безопасности;

– оптимизация расхода топлива (угля, газа, электроэнергии) в зависимости от сезона, использования прогнозов погодных условий в различных видах деятельности;

– обеспечение устойчивости функционирования объектов инфраструктуры.

СППР должна выдавать рекомендации по обеспечению безопасности предприятий и населения при прохождении ОПЯ. Система должна помочь предотвратить аварии на промышленных и муниципальных объектах, связанных с воздействием окружающей среды. С помощью такой системы можно упорядочить процесс выработки решений, обобщить опыт использования информации при поддержке решений, стандартизировать перечень проводимых мероприятий при одинаковых условиях, определить значимость тех или иных решений,

облегчить работу руководителей предприятий по определению перечня необходимых мероприятий.

СППР позволит получить варианты решений, произвести выбор наилучших и вести постоянное управление объектами на основе информации о состоянии среды. Система переработки и доведения информации должна давать возможность получить оперативные данные о состоянии среды. Она позволит довести информацию до руководителей не в форме цифр, а в форме прогнозов возможных воздействий, проектов мероприятий, оценок ущерба и затрат на превентивные мероприятия. Необходимо, чтобы результаты анализа накопленной информации были доступны руководителям в нужное время и по разным коммуникационным каналам (через электронную почту, корпоративный портал, смартфон и т.п.). Время доступа для руководителей, получающих данные и сервисы через средства обслуживания в режиме прямого доступа, за счёт СППР уменьшится на 50 – 70 %.

В настоящее время требуется переход от разового оказания гидрометеорологических услуг к постоянному сопровождению руководителей сведениями о гидрометеорологической обстановке в случае превышения локальных пороговых значений показателей ОПЯ. На практике это означает, что УГМС должны стать организациями, осуществляющими непрерывный комплексный контроль состояния гидрометеорологической обстановки на протяжении всех этапов жизненного цикла предприятий и способствующими повышению эффективности работы предприятий и уменьшению ущерба от опасных явлений.

В связи с увеличением представляемого руководителям контента в виде наблюдённых, прогностических и климатических данных им часто не хватает времени на анализ всей получаемой информации. Эффективными методами совершенствования управления являются средства аналитики реального времени и управления принятием решений. Когда обнаружена та или иная ситуация с опасными явлениями, аналитика может поставляться автоматически или по требованию, чтобы предсказать развитие явления и возможные воздействия. Лучшая ситуационная осведомлённость ведёт к оптимальному, более быстрому принятию решений, снижению ущерба и уменьшению рисков. Выделение опасных явлений из потока данных, аналитика, управление правилами, визуализация небольшого объёма данных, оптимизация и даже сотрудничество в социальных сетях позволяют инициировать действия людей по выполнению превентивных мероприятий.

С помощью системы ГМО должны обеспечиваться возможности перенастройки состава отслеживаемых явлений и локальных пороговых значений

показателей. Система должна позволить организовать управление бизнес-процессами, связанными с воздействием опасных явлений. Мониторинг работы такой системы должен включать контроль:

– обнаружения (идентификации) ОПЯ на основе локальных пороговых значений;

– времени доставки информации после выявления явления;

– выполнения бизнес-процессов с использованием ГМИ;

– технических показателей обслуживания и бизнес-показателей результатов работы предприятий в период опасного явления.

Показателями работы ГМО являются:

– надёжность работы аппаратно-программных средств должна быть не менее 99,9 %;

– время отказа (простоя) системы не должно превышать 5 минут (отказом является невыдача сведений о возможных воздействиях; выдача искажённой информации, не позволяющей руководителю принять правильное решение; отказ, приводящий к невыполнению возложенных на систему функций при наличии запроса на её реализацию);

– время реакции на действия руководителя, использующего средства СППР, не должно превышать 5 с.;

– актуальность данных – данные должны поступать с опозданием не более 30 минут;

– время сбора и обработки не должно превышать 40 минут после измерения для оперативных данных и двух часов для прогноза основных метеопараметров после поступления их в центр сбора;

– измерение показателей ОПЯ должно производиться каждые три часа в период нормальной обстановки и учащённые наблюдения (каждые 20 минут и чаще) при проявлении явления и для опасных промышленных объектов;

– время доведения выявленных опасных явлений не должно превышать 15 минут после его получения или выявления;

– время анализа и принятия решения для проведения превентивных мероприятий на промышленных объектах не должно превышать десяти минут после получения прогноза опасного явления или получения штормового сообщения о нём;

– время получения дополнительной информации о сложившейся гидрометеорологической обстановке не должно превышать трёх минут после её загрузки в БД.

Выбрав показатели и пороговые значения для них, можно выявлять автоматически опасные ситуации. Проактивные системы мониторинга ОПЯ позволяют убрать оператора от монитора и информационных панелей, заменив его на приложение, способное прогнозировать опасные ситуации и на основе заданных алгоритмов решать, реагировать на них автоматически или запускать бизнес-процессы с участием специалистов и следить за соблюдением выполнения регламента.

Системы ГМО и СППР позволяют обеспечить:

– защищённость от проявлений человеческого фактора – безошибочность, неутомимость и неослабность внимания;

– возможность в режиме реального времени перерабатывать массив поступающих данных, использовать при его анализе и интерпретации результатов ранее накопленные первичные данные и принятые по ним решения, чтобы обнаружить аналогии и применить лучшие решения к новой ситуации, а также защититься от повторения ошибок;

– способность опираться на прошлый опыт, формализованный в виде правил;

– эффективное самообучение и уменьшение риска потери приобретённых знаний;

– повышение доли предложенных или автоматически применённых системой контроля корректирующих действий;

– простоту масштабирования (по числу показателей и количеству контролируемых показателей), а также модификации алгоритмов.

В результате оценки воздействий можно произвести лучшее планирование действий в случае ОПЯ (наилучшие, разумные в худшем случае, и наиболее важные рекомендации); создать основу для анализа воздействий явлений после их наступления в целях содействия планированию, реагированию на воздействия и их смягчения; появится большая осведомлённость о сложившейся ситуации; существенно сократится время выявления и доведения сведений о явлении до руководителей предприятий.

Переход на автоматизированное доведение до руководителей информации об ОПЯ невозможен без модернизации законодательства и регуляторной среды, снятия административных барьеров между Росгидрометом и ведомствами, связанных как с обязательностью использования сведений о явлении при принятии решений, так и с ответственностью руководителей за неиспользование полученной информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расходы на автоматизацию из года в год растут, а существенной отдачи от информационного обеспечения как не было, так и нет. Качество данных не повышается. Пользователи не довольны системой обслуживания данными. Закупаются всё более мощные компьютеры (стоимость которых упала на несколько порядков, а производительность возросла на четыре порядка), устанавливаются мощные инструментальные программные средства (ГИС, СУБД, экспертные системы, число основных версий которых уже достигла 10 и более). А где результат, который помог бы пользователю принять правильное решение?

И все кивают на компьютеры: то их не хватает, то недостаточно памяти на дисках, то оперативной памяти, то быстродействия процессоров, то компьютеры «висят», то «перегружаются», то у них форматы не совпадают, то они вирусами заражены, то спамом забиты, то программные средства не совместимы с операционными системами. Системные платы горят, жёсткие диски сбоят, а всякие вирусы и шпионские программы-агенты так и норовят осквернить девственную чистоту и непорочность Windows.

С точки зрения пользователя последние сорок лет решаются задачи, которые раньше на арифмометре считались.

А ЛПР как не видел большей части, требуемой ему информации для поддержки управленческих решений, так и не видит. Правда, если раньше ему объясняли, что это невозможно сделать технически, то теперь говорят о границах проекта, этапах внедрения, не закупленных модулях и лицензиях, недостаточно проработанных спецификациях и др. А на самом деле проблема заключается в большом объёме измеряемых данных, отсутствии целевых показателей и индикаторных значений для принятия решений, простых интерфейсов.

Предложена и обоснована реализация новой парадигмы ГМО потребителей – руководителей промышленных предприятий и населения, которая заключается в:

– автоматизации выявления ОПЯ на основе локальных пороговых значений показателей для каждого предприятия и вида деятельности;

– автоматическом доведении сведений о выявленных ОПЯ до руководителей предприятий и населения на мобильные интернет-устройства по инициативе системы;

– представлении наблюдённых и прогностических данных в точке с возможностью увидеть график изменения значений параметров за последние 7 – 10 дней с индикацией превышения пороговых значений по уровням опасности;

– получении детальных сведений о сложившейся гидрометеорологической обстановке в пространстве с помощью ГИС;

– выдаче сведений о возможных воздействиях ОПЯ на предприятия и население, рекомендаций для принятия решений;

– выборе решения из альтернативных вариантов на основе оценки ущерба от возможных воздействий на предприятие и расчёта стоимости превентивных мероприятий.

При выдаче воздействий и рекомендаций учитываются:

– уровень опасности явления (жёлтый, оранжевый, красный);

– вид используемой информации (климатическая, прогностическая, наблюдённая);

– уровень принятия решений (национальный – при управлении государством; региональный – администрации федеральных округов, субъектов Федерации; локальный – администрации городов, объектов муниципального управления или руководители промышленных предприятий);

– виды деятельности, выполняемые на объектах экономики, и этапы жизненного цикла объекта;

– сезон года – одни и те же значения показателей в зависимости от сезона года по-разному могут влиять на промышленные объекты;

– климатическая зона – при одном и том же значении показателя в зависимости от того, где находится объект (Арктика, средние или южные широты), по-другому необходимо реагировать на них.

Для создания БД сведений о воздействиях и рекомендаций проведён анализ огромного объёма материалов, в которых встречались сведения по описанию ранее произошедших ОПЯ, а также их воздействиям на различные промышленные объекты и население, выделены рекомендации руководителям для каждого ОПЯ перед явлением в период прохождения и после явления. БД даёт возможность выдать сведения о воздействиях и рекомендации,

адекватные индивидуальным особенностям объекта, видам деятельности в нужном объёме.

Созданы БД локальных пороговых значений для отдельных видов деятельности и сведений о воздействиях и рекомендации для более чем 100 ОПЯ, влияющих на различные промышленные объекты и виды деятельности. Реализована программа автоматического выявления ОПЯ на основе их пороговых значений показателей. Разработан демонстрационный вариант программы–агента для мобильного интернет-устройства с операционной системой Андроид [115 – 119].

Разработаны средства автоматической идентификации ОПЯ на основе пороговых значений показателей явлений для различных объектов и видов деятельности. Для автоматического оповещения руководителей о возникших ОПЯ и выдачи сведений о возможных воздействиях среды на объекты экономики и рекомендаций для принятия решений служит программа МетеоАгент, работающая на мобильном интернет-устройстве. Для отображения информации в компактном виде в виде интерактивной схемы имеется программа МетеоМонитор, отражающая параметры среды в виде информационной панели с возможностью индикации показателей, превысивших пороговые значения.

Для оценки необходимости проведения превентивных мероприятий разработаны методы оценки возможного экономического ущерба от ОПЯ, расчёта стоимости превентивных мероприятий для предотвращения воздействий.

Реализация такой парадигмы ГМО возможна только при использовании интегрированных, разнородных и распределённых информационных ресурсов в виде наблюдённых, диагностических, прогностических и климатических данных, подготавливаемых различными организациями гидрометеорологического профиля. В настоящее время такой системой является ЕСИМО (http://esimo.ru), которую уже сейчас можно использовать для реализации предложенного развития ГМО. Оперативные данные обновляются в автоматическом режиме с заданной периодичностью от нескольких минут до десяти дней в зависимости от временного разрешения данных наблюдений. Для детального представления информации в виде интерактивных карт, графиков, диаграмм, таблиц используются средства ЕСИМО.

СППР является системой с непрерывно развивающейся базой сведений о воздействиях и рекомендаций. Она становится коллективным разумом, в котором обобщается опыт многих руководителей предприятий. Она должна уметь самообучаться – учитывать новый опыт. Выдача сведений о воздействиях

и рекомендаций производится по правилам с учётом локальных пороговых значений для каждого предприятия. При этом должно происходить развитие новых методов и средств комплексного и адресного информационного обслуживания за счёт автоматического получения информации для оценки влияния ОПЯ и возможных изменений климата на различные отрасли экономики страны, для каждого промышленного объекта. Руководитель получает инструмент, позволяющий по инициативе системы осуществлять доступ к данным о состоянии окружающей среды.

СППР должна применяться для:

– обслуживания предприятий на всех этапах его жизненного цикла (прогноз развития промышленного района, планирование строительства предприятий, проектирование, эксплуатация, вывод из эксплуатации предприятий);

– управления инфраструктурой промышленных районов с учётом изменений климата и прогноза ОПЯ на основе пространственного планирования расположения промышленных объектов (стационарных и подвижных);

– контроля технологических режимов оборудования в период ОПЯ (предсказание отклонений показателей работы оборудования);

– уменьшения внеплановых простоев предприятий, оборудования в связи с прохождением ОПЯ;

– решения задач оптимизации расходов энергоресурсов, технологических процессов, различных видов деятельности с учётом изменения климата и прогноза погоды;

– предупредительной диагностики различных видов деятельности и технологических процессов, на которые влияют ОПЯ;

– планирования и проведения работ по техническому обслуживанию оборудования с учётом влияния на него воздействий окружающей среды;

– оценки производственных потерь, в том числе рабочего времени в период ОПЯ.

Использование СППР позволит повысить уровень гидрометеорологической безопасности промышленных объектов и населения, увеличить осведомлённость руководителей и населения, смягчить воздействия ОПЯ на промышленные объекты, население, а также адаптироваться к изменениям климата. С помощью СППР можно снизить до приемлемого уровень безопасности предприятий, повысить эффективность использования ГМИ, увеличить стабильность и непрерывность работы предприятий в период прохождения ОПЯ. Руководители предприятий будут лучше подготовлены к изменениям научно, технически

и психологически, поскольку будут не только предупреждены об ОПЯ, но и информированы о возможных воздействиях, ущербах и рекомендациях, которые надо выполнить. Взаимодействие всех компонентов информационной поддержки позволит снизить экономический ущерб от ОПЯ для отдельных объектов экономики.

Для функционирования СППР необходимо получение информации о состоянии гидрометеорологической обстановки, сопряжение её со всеми существующими и перспективными системами измерений, сбора, передачи, обработки и хранения данных о состоянии окружающей среде. При этом необходимо включение ГМИ во все бизнес-процессы предприятий, зависящие от гидрометеорологических условий. Таким образом, развитием Росгидромета является автоматизация процессов обработки данных с целью интеграции данных, развития средств обмена данными, совершенствование средств анализа данных и принятия решений. Фактически речь идёт о том, чтобы компьютеры поставщиков данных и их потребителей были связаны, а все процессы обработки гидрометеорологических данных – автоматизированы, чтобы минимизировать вмешательство человека и организовать работу руководителя более эффективно.

Основными задачами при цифровой трансформации ГМО предприятий является адаптация экономики страны к последствиям изменения климата и ОПЯ; формирование современных цифровых продуктов для метеозависимых отраслей нашей экономики. Одним из перспективных методов применения ГМИ на промышленных предприятиях является непосредственное использование данных от автоматических метеостанций с возможностью их оперативной обработки для получения аналитической информации (оценка уровня опасности значений показателей, выдача прогноза воздействий ОПЯ, получение рекомендаций для принятия решений, оценка убытков) в режиме реального времени. Переход от доставки данных в виде значений параметров в режиме «по требованию» означает, что предприятиям необходимо реагировать на ОПЯ как можно более оперативно и эффективно. Автоматическая выдача сведений о воздействиях различных ОПЯ на объекты экономики, население и рекомендаций для проведения превентивных мер должна стать неотъемлемым элементом информационного обеспечения руководителей администраций субъектов РФ, муниципальных органов, промышленных предприятий и населения. 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.

Автор надеется, что представленная книга даст толчок развитию новых исследований, связанных с более точной оценкой воздействий различных ОПЯ на конкретные объекты экономики с использованием математических моделей, ГИС, выработкой рекомендаций для принятия решений и их формализации, созданием разнообразных экономических моделей для расчёта возможных убытков и стоимости превентивных мероприятий.

Список литературы

1. Адаптация к изменению климата / С.Н. Кураев: РРЭЦ, GOF, 2006. 16 с.

2. Алабян А.М., Зеленцов В.А., Крыленко И.Н., Петрясаев С.А. Масштабируемая региональная система мониторинга и оперативного прогнозирования речных наводнений: результаты разработки и тестирования. М.: МЧС России, 2018. 11 с.

3. Арутюнян Р.В., Пономарев В.Н., Рубинштейн К.Г., Перов В.Л., Игнатов Р. Ю., Ширяев М.В., Смирнова М.М., Губенко И.М., Бычкова В.И. «Светофор»: система раннего предупреждения о метеорологических угрозах. М.: ИБРАЭ РАН, ФГБУ «Гидрометцентр России», 2015. 36 с.

4. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций / Под ред. С.К. Шойгу. М.: Изд-во «Феория». М.: ВНИИГОЧС, 2011 (CD-ROM).

5. Башлыков А.А. Компьютерные информационные системы для интеллектуальной поддержки операторов АЭС. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2016. 520 с.

6. Бедрицкий А.И. Влияние погоды и климата на устойчивость и развитие экономики // Бюллетень ВМО. 1999. Т. 48, № 2. С. 215 – 222.

7. Бедрицкий А.И. О формировании комплексного информационного обеспечения климатической деятельности в Российской Федерации // Труды ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2019. Вып. 184. С. 5 – 23.

8. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Показатели влияния погодных условий на экономику: региональное распределение экономических потерь и экономической выгоды при использовании гидрометеорологической информации и продукции // Метеорология и гидрология. 1999. № 3. С. 5 – 17.

9. Бирман и др. О выборе оптимальных трансокеанических маршрутов перевозки // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1981. Вып. 92. С. 3 – 18.

10. Влияние опасных (неблагоприятных) гидрометеорологических явлений на основные отрасли экономики: памятка. М.: Росгидромет. 2011. 28 с.

11. ВМО поддерживает Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // Бюллетень ВМО. 2016. Т. 65 (1). С. 10 – 11.

12. Водные ресурсы и изменение климата. Рабочее резюме. Всемирный доклад ООН о состоянии водных ресурсов-2020. Париж/Женева, 22 марта 2020 г. ЮНЕСКО, Париж. 12 с. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_rus/PDF/372882rus.pdf.multi. Дата доступа: 06.11.2020.

13. Волков Н.А. Гидрометеорологическое обслуживание мореплавания на Северном морском пути // Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства СССР. М.: Гидрометеоиздат, 1974. С. 119 – 121.

14. 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.

15. Геловани В.А., Бритков, В.Б. Башлыков А.А., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. М.: ИСА РАН, УРСС. 2001. 304 с.

16. Гир Дж., Шах Х. Зыбкая твердь. Что такое землетрясение и как к нему подготовиться / Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 220 с.

17. ГОСТ Р ИСО 14090 – 2019. Адаптация к изменениям климата. Принципы, требования и руководящие указания (ISO 14090:2019, IDT). Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2019. 26 с.

18. Гостюшин А. Энциклопедия экстремальных ситуаций. М.: Изд-во «Зеркало», 1996. 320 с.

19. Дмитриев В.Г. К вопросу о возможных снижениях риска от воздействия опасных и экстремальных природных явлений для различных видов деятельности в морской Арктике // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. Вып. 2 (96). С. 41 – 54.

20. Жуковский Е.Е. Метеорологическая информация и экономические решения. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 303 с.

21. Зубрицкая Е. Н., Сомова С. М. Автоматизированное формирование телеграмм кода WAREP средствами АРМ ПЕРСОНА // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2014. Вып. 178. С. 121 – 133.

22. Иванов Д. Арктика, Антарктика и тайга: походная энциклопедия путешественника. М.: ЭКСМО, 2009. 416 с.

23. Ильин А. Школа выживания в природных условиях. Как избежать голодной смерти. М.: ЭКСМО, 2003. 200 с. http://www.klex.ru/5tp. Дата доступа: 06.11.2020.

24. Ильичев А. Большая энциклопедия выживания в экстремальных ситуациях. М.: ЭКСМО, 2003. 492 с.

25. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. РД 52.04.563 – 2013. СПб., 2013. 53 с.

26. Истомин Е.П., Фокичева А.А., Коршунов А.А., Слесарева Л.С. Управление гидрометеорологическими рисками в социально-экономических системах //

Учёные записки. Научно-теоретический журнал. № 44. СПб.: РГГМУ, 2016. С. 219 – 224.

27. Карлин Л.Н., Абрамов В.М. Управление энвиронментальными и экологическими рисками: уч. пособие. СПб.: РГГМУ, 2006. 332 с.

28. Кобышева Н.В., Акентьева Л.М., Галюк Л.П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. СПб.: «Издательство Кириллица», 2015. 256 с.

29. Кобышева Н.В., Васильев М.П. Уязвимость социальной сферы регионов России к опасным гидрометеорологическим явлениям // Труды ГГО. 2015. Вып. 578. С. 59 – 74.

30. Комплексное управление природопользованием на шельфовых морях (обзор). Мурманск: Всемирный фонд дикой природы, Баренцевоморское отделение. Октябрь 2011. 85 с.

31. Кобышева Н.В., Стадник В.В., Клюева М.В., Пигольцина Г.Б., Акентьева Е.М., Галюк Л.П., Разова Е.Н., Семёнов Ю.А. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под ред. д-ра геогр. наук профессора Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.

32. Козарь А. В., Романютина Ж.Д. Новые методы проектирования противопаводковых мероприятий // Водные ресурсы. 1981. Вып. 2. С. 56 – 64.

33. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии. Архангельск: Приморский университет, 2008. 236 с.

34. Коршунов А.А. Погодно-климатические риски и их воздействие на экономику и население. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2013. http://meteo.ru/component/content/article/9-uncategorised/271-pogodno-klimaticheskie-riski-i-ikh-vozdejstvie-na-ekonomiku-i-naselenie. Дата доступа: 8 февраля 2019.

35. Коршунов А.А., Шаймарданов В.М., Шаймарданов М.З. Об организации обслуживания потребителей данными об опасных гидрометеорологических явлениях и неблагоприятных условиях погоды // Учёные записки. Научно-теоретический журнал. № 46. СПб.: РГГМУ, 2017. С. 100 – 110.

36. Коршунов А.А., Шаймарданов В.М., Шаймарданов М.З. Создание базы данных об опасных явлениях для климатических исследований и обслуживания // Учёные записки. Научно-теоретический журнал. № 25. СПб.: РГГМУ, 2012. С. 79 – 85.

37. Красюк В. С. Экономическая эффективность предупреждений об опасных явлениях на морях // Труды Гидрометцентра. 1983. Вып. 256. 87 с.

38. Кулиничев И. О прогнозировании и управлении качеством воздуха в городах и областных центрах. Информационные системы. Рациональное

управление предприятием. 2017. № 3 – 4. С. 18 – 21. http://www.remmag.ru/upload_data/files/2017-0304/IBM1.pdf. Дата доступа: 8 февраля 2019.

39. Маслов С.Ф., Моисеев Ю.В. Стихийные бедствия и урожай сельскохозяйственных культур в России // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М., 2000. Вып. 4. С. 25 – 34.

40. Методика определения размера вреда, который может быть причинён жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии судоходных гидротехнических сооружений. Утв. Приказом МЧС России и Минтранса России от 02.10.2007.

41. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. 504 с.

42. Михайлов А.А., Пащенко Н.И., Сульдин Ю.И. Классификация чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1991. Вып. 5. С. 3 – 16.

43. Монокрович Э.И. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 175 с.

44. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): СНИП 2.06.04-82/ Госстрой СССР/ Стройиздат. М., 1986. 40 с.

45. Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р.

46. Нежиховский Р.А. Наводнение на реках и озёрах. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 267с.

47. Уменьшение опасности бедствий для платформы взаимодействия с пользователями Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания. Женева: ВМО, 2014. 58 с.

48. Оленьков В.Д. Градостроительная безопасность. Изд. 2. URSS. 2018. 104 с.

49. О причинах возникновения катастрофического паводка на р. Амур в 2013 году. Пресс-релиз: М.: Росгидромет, 2013.

50. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 1. М., 2001. С. 54 – 79.

51. Отчёт по научно-исследовательской работе по теме: «Разработка информационной системы оповещения общественности и органов власти муниципальных образований о локальных экологических нарушениях с использованием систем ГЛОНАСС-GPS». Госконтракт № 02.514.11.4107 от 19 июня 2009 г. (Шифр 2009-04-1.4-18-01-044).

52. Оценка макроэкономических последствий изменений климата Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / В.М. Катцов, Н.В. Кобышева, В.П. Мелешко и др.; под ред. д-ра физ.-мат. наук В.М. Катцова, д-ра эконом. наук, проф. Б.Н. Порфирьева; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). М.: Д'АРТ, ГГО, 2011. 252 с.

53. Оценка экономических последствий воздействия неблагоприятных погодных условий (погодочувствительности) на объекты электроэнергетики: аналитический отчёт. Метеоагентство Росгидромета. М.: Росгидромет, 2010. 15 с. http://www.aviamettelecom.ru/docs/lib2/faktor_energetika.pdf. Дата доступа: 8 февраля 2019.

54. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Последствия изменений климата. М.: Росгидромет, 2008. 291 с.

55. Павский Е.И., Чурина А.А., Лебедев А.В. Экономическое значение гидрологической режимной информации для арктического судоходства // Метеорология и гидрология. 1977. Вып. 12. С. 57 – 61.

56. Подчасский А.С., Подковырин А.Н., Козлова Н.А., Лобанов К.А., Бунина Ю.Е. К вопросу информационного обеспечения системы комплексного мониторинга опасных природных процессов и явлений // Материалы IV Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. С. 94 – 98.

57. Положение о порядке информирования населения и других заинтересованных пользователей об угрозах возникновения опасных метеорологических явлений на территории РФ с использованием информационно-коммуникационной сети Интернет. Утв. Приказом Росгидромета № 154 от 3 апреля 2019 года.

58. Превентивные механизмы охраны окружающей среды в России и Европейском союзе: перспективы гармонизации / Под ред. М.В. Бегака. М.: ООО «ЮрИнфоР-Пресс», 2010. 198 с.

59. Приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

60. Принципы практической деятельности по климатическому обслуживанию ВМО // ВМО. 2018. № 1206. 66 с.

61. РД 52.88.699. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М.: Росгидромет, 2008. 31 с.

62. Рубинштейн К. Г., Ширяев М. В., Елисеев Г. В., Игнатов Р. Ю. Первые оценки качества работы систем раннего предупреждения о метеорологических угрозах для Мурманской области// Арктика: экология и экономика. 2014. № 4 (16). С. 77 – 85.

63. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности. М., Обнинск: ОАО ФОП, 2009. 144 с.

64. Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию. 3 изд. ВМО № 471. Секретариат Всемирной метеорологической организации.Женева, Швейцария, 2002, 162 с.

65. Руководящие принципы ВМО по обслуживанию прогнозами и предупреждениями об опасных явлениях с учётом их возможных последствий. ВМО, 2015. № 1150. Комиссия по основным системам. Внеочередная сессия. Асунсьон, Парагвай, 8–12 сентября 2014 г. Дополнение к проекту резолюции 2.1 (1)/1. 27 с.

66. Сергеев Г. Н. Скорости движения судов во льдах и расчёт оптимальных составов караванов // Проблемы Арктики и Антарктики. 1976. Вып. 50. С. 80 – 84.

67. Смирнов В. И. Ледовые плавания и их научно-оперативное обеспечение за рубежом. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 233 с.

68. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М., 1978. 439 с.

69. Таха Х. Введение в исследование операций. Том 2. М.: Мир, 1985. 495 с.

70. Технический регламент, с помощью которого осуществляется метеорологическое обслуживание населения. ВМО. Комиссия по основным системам. Внеочередная сессия. Асунсьон, Парагвай, 8 – 12 сентября 2014 г.

71. Технология предупреждения аварийных ситуаций на атомных электростанциях с использованием MES-Системы «MES-T2 2020». ООО Фирма ИнформСистем. 17.04.2014. http://club.cnews.ru/blogs/entry/tehnologiya_preduprezhdeniya_ avarijnyh_situatsij_na_atomnyh_elektrostantsiyah_s_ispolzovaniem_messistemy_mest2_2020. Дата доступа: 8 февраля 2019.

72. Тюпкин Ю.С. Международное десятилетие по уменьшению ущерба от стихийных бедствий // Материалы гляциологических исследований. 1990. № 70. 245 с.

73. Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата: резюме для политиков. Специальный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата. ВМО: ЮНЕП. Доклад Рабочих групп I и II МГЭИК, 2012. 32 с.

74. Учёт влияния ледяного покрова при выборе оптимального вида ледокольной проводки морских судов // Труды ЦНИИМФ. 1979. Вып. 241. С. 66 – 74.

75. ФЗ РФ № 174 «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995.

76. ФЗ РФ № 117 «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997.

77. ФЗ РФ № 256 «О безопасности объектов ТЭК» от 21.06.2011.

78. Фокичева А.А., Рыбанова А.Ю., Коршунов А.А. Обеспечение гидрометеорологической безопасности в нестабильных климатических условиях на примере адаптации потребителя автотранспортной системы к неблагоприятной погоде // Метеорология и гидрология. 2014. № 11. С. 39 – 46.

79. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. 490 с.

80. Хандожко Л.А., Коршунов А.А., Фокичева А.А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий // Метеорология и гидрология. 2003. Вып. 1. С. 15 – 17.

81. Химич Б. П. Расчёт оптимального количества судов на линии с учётом гидрометеорологических условий // Проблемы Арктики и Антарктики. 1977. Вып. 50. С. 94 – 98.

82. Хомяков П.М. и др. Влияние глобальных изменений климата на функционирование экономики и здоровье населения России. М.: Ленанд, 2005. 424 с.

83. Цзяо Мэйянь, Сун Ляньчунь, Цзян Тун, Чжан Ди, Чжай Цзяньцин. Выпуск в Китае заблаговременных предупреждений с учётом возможных последствий и оценки рисков. Крис/Flickr // Бюллетень ВМО. 2015. Вып. 64 (2). С. 9 – 12.

84. Шумейко Г.К. Современные требования мореплавателей к метеорологам и океанографам. Книга «Океаны и Моря». Географгиз. М.: Серия «Вопросы географии». 1963. № 62. С. 27 – 34.

85. Чрезвычайные ситуации в России, связанные с неблагоприятными условиями погоды. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2019. http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/118-chrezvychajnye-situatsii-v-rossii/620-chrezvychajnye-situatsii-v-rossii-2015. Дата доступа: 8 февраля 2019.

86. Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience. Global Commission on adaptation. Global Center on Adaptation. World Resources Institutes. Open Report. 13.09.2019. 90 p.

87. Barange M., Bahri T., Beveridge M.C.M., Cochrane K.L., Funge-Smith S. & Poulain F., eds. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options // Rome. FAO. 2018. - FAO fisheries and aquaculture technical paper 627. ISN 2070–7010. 654 p.

88. Bedritsky A.I. Economic benefits evaluation of hydrometeorological services in the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring

(ROSHYDROMET) taking into account changes in country's economy / Conference on the economic benefits of meteorological and hydrological services. Geneva, 1994. WMO/TD No 630. P. 121 – 125.

89. Bharwani D.E., Butterfield R. The Tandem framework: a holistic approach to co-designing climate services. SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute. 2019.

90. Climate Change Impact on Public Health in the Russian Arctic. UN. 2011. 24 p.

91. Climate Information & Early Warning Systems Communications Toolkit. UNDP Programme on Climate Information for Resilient Development in Africa. (Editor: Gregory Benchwick). March 2016. Prepared by The UNDP CIRDA Programme. 69 p.

92. Conference of the economic benefits of meteorological and hydrological services. Geneva. 1994. WMO/TD No 630. 390 p.

93. Daniels E., Bharwani S., Butterfield R. The Tandem framework: a holistic approach to co-designing climate services. SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute. 2019. 8p. https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/05/tandem-framework.pdf. Accessed: 8 February 2019.

94. Data integration and technologies in support of aviation operations. https://issuu.com/kristina.jancinova/docs/microstep-mis_aawdss_watmc?utm_source=REGULAR%2B%257C%2Bwebsite%252BIS%252Bagents&utm_campaign=b459bb500d-IN%2BTHE%2BMEANWHILE%2BNEWS%2BII%2B2017_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_ec0a9308ab-b459bb500d-151258453. Accessed 09.07.2020.

95. Economic losses from climate-related extremes in Europe. EC. 2019. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/direct-losses-from-weather-disasters-3/assessment-1. Accessed: 8 February 2019.

96. Eilts Michael D., Shaw Brent, Barrere Charles, Fritchie Robert, Carpenter Jr. Richard, Spencer Phillip, Li Yanhong, Ladwig William, DeWayne Mitchell J.T. Johnson, and J. William Conway. The aviation weather decision support system: data integration and technologies in support of aviation operations. Weather Decision Technologies, Inc. https://www.researchgate.net/publication/228455668. Accessed: 09.07.2020.

97. European Union's project ECONADAPT Toolbox provides easily accessible information on the economic assessment of adaptation. https://econadapt-toolbox.eu/easy-access-guide. Accessed: 8 February 2019.

98. Fourth Industrial Revolution for the Earth. Harnessing Artificial Intelligence for the Earth // PWC. Jan. 2018. 52 p.

99. French National Climate Change Impact Adaptation Plan 2011 – 2015. ANNEXE II. Detailed action sheets. 108 p.

100. Gardner John, Dowd Anne-Maree, Mason Claire and Ashworth Peta. A framework for stakeholder engagement on climate adaptation. Climate Adaptation National Research Flagship. CSIRO. Working Paper Number #3 – 32 pp. https://research.csiro.au/climate/wp-content/uploads/sites/54/2016/03/3_CAF_WorkingPaper03_pdf-Standard.pdf. Accessed: 8 February 2019.

101. Govorushko S.M. Natural processes and human impacts: Interactions between Humanity and the Environment. – Springer. Pacific Institute Geography. RAS Far East Brunch. Vladivostok. Russia. 677 p.

102. Hartmut Fünfgeld. Climate change adaptation toolkit and user guide: a comprehensive guide to planning for climate change adaptation in three steps. Stockholm Environment Institute. https://www.weadapt.org/knowledge-base/adaptation-decision-making/climate-change-adaptation-toolkit. Accessed: 8 February 2019.

103. Ijjasz-Vasquez Ede, Jongman Brenden, Suarez Pablo. From algorithms to virtual reality, innovations help reduce disaster risks and climate impacts. http://blogs.worldbank.org/sustainablecities/algorithms-virtual-reality-innovations-help-reduce-disaster-risks-and-climate-impacts. Accessed: 8 February 2019.

104. Munn R.E. SCOPE 5. Environmental Impact Assessment. – Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). – 1979. Режим доступа: http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope5/. Accessed: 8 February 2019.

105. Raffaele Grasso, Marco Cococcioni, Michel Rixen and Alberto Baldacci. A Decision Support Architecture for Maritime Operations Exploiting Multiple METOC Centres and Uncertainty. International Journal of Strategic Decision Sciences (IJSDS). Vol. 2, Issue 1. 2011. P. 1 – 27.

106. Rolnick David, Donti Priya L., Kaack Lynn H., Kochanski Kelly, Lacoste Alexandre, Sankaran Kris, Ross Andrew Slavin, Milojevic-Dupont Nikola, Jaques Natasha, Waldman-Brown Anna, Luccioni Alexandra, Maharaj Tegan, Sherwin Evan D., Mukkavilli S. Karthik, Kording Konrad P., Gomes Carla, Ng Andrew Y., Hassabis Demis, Platt John C., Creutzig Felix, Chayes Jennifer, Bengio Yoshua. Tackling Climate Change with Machine Learning. https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf. Accessed: 8 February 2019. arXiv: 1906.05433v2 [cs.CY] 5 Nov. 2019. 111 p.

107. Slide Notes for Breakout SDG-11 Global-Scale Alert Hub.pdf (Common Alerting Protocol - CAP). https://drive.google.com/file/d/1L1w5XkQfGoghXpAW2-zCxI1uq1N1cd7k/view. Accessed: 8 February 2019.

108. Stephane Hallegatte, Mook Bangalore, Laura Bonzanigo, Marianne Fay, Tamaro Kane, Ulf Narloch, Julie Rozenberg, David Treguer, and Adrien Vogt-Schilb. Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. 2016. 227 p.

109. Street R., Parry M., Scott J., Jacob D., Runge T. A. European Research and Innovation Roadmap for Climate Services. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. 2015. Luxembourg.

110. Swiss Re. Economics of climate adaptation. https://www.swissre.com/our-business/public-sector-solutions/thought-leadership/economics-of-climate-adaptation.html. Accessed: 8 February 2019.

111. The Global Platform for Disaster Risk Reduction. Switzerland. Geneva. UNDRR. 2019. https://www.unisdr.org/conference/2019/globalplatform/about. Accessed: 8 February 2019.

112. The Role of Hydrometeorological Services in Disaster Risk Management. Proceedings from the joint workshop co-organized by: the World Bank, the United Nations International Strategy for Disaster Reduction, and the World Meteorological Organization. Washington, D.C. March 12, 2012. 68 p.

113. Thomas Rob. Лестница ИИ: Демистификация трудностей ИИ. O'Reilly. USA. Sebastopol. IBM. 2019. 29 с. https://www.ibm.com/downloads/cas/4avjolxb

114. Using Big Data to detect and predict natural hazards better and faster: lessons learned with hurricanes, earthquakes, floods. DATA-POP ALLIANCE. 2016. http://datapopalliance.org/using-big-data-to-detect-and-predict-natural-hazards-better-and-faster-lessons-learned-with-hurricanes-earthquakes-floods/. Accessed: 8 February 2019.

115. Views of Risk and Highway Transportation of Hazardous Materials. - A Case study in Gasoline // USA, 1981, November, W. State Department of Transportation. – WA-RD-39.8. P. 44.

116. Vyazilov E. Decision Support because of Marine Information Systems. International Marine Data and Information Systems, IMDIS – 2008. Athens. P. 213 – 214.

117. Vyazilov E. Development of knowledge bases for decision support at economic entities using environmental information. International Conference 50 Years of Education and Awareness Raising for Shaping the Future of the Oceans and Coasts. 27 – 30 April 2010, St.-Petersburg, Russian Federation. RSHU. P. 107 – 111.

118. Vyazilov E., Ignatenko D. Creation of decision-making support tools for sustainable development of the region using web technologies. International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions. SIID-2003. Lithuania, Vilnius, 9 – 11 October 2003.

119. Vyazilov E.D., Ryzhykh E.P. Classification of Disaster Impacts on Social and Economic Activity // The International Emergency Management Society Conference – TIEMS'97. – National and International Issues Concerning research and Applications, Copenhagen, Denmark. June 10 – 13, 1997. Editers: Verner Andersen, Vuvi N. Hansen. P. 371 – 381.

120. Vyazilov E. The approaches for the decision support in case natural hazards // Geophys. Res. Abstracts. 2013. V. 15. EGU2013-3821. EGU General Assembly.

121. What are climate services? WMO. http:// www.wmo.int/gfcs/what-are-climate-services. Accessed: 8 Feb. 2019.

122. Your Online Adaptation Destination. https://www.cakex.org/. Accessed: 8 February 2019.

123. Zagorecki Adam, Johnson David, Ristvej Jozef. Data mining and machine learning in the context of disaster and crisis management. International Journal of Emergency Management. January 2013. 9(4). P. 351 – 365. DOI 10.1504/IJEM.2013.059879. https://www.researchgate.net/publication/264437738_Data_mining_and_machine_learning_in_the_context_of_disaster_and_crisis_management. Accessed: 8 February 2019.

Подписано к печати 30.09.2021 г. Формат 60 × 84/16.
Печать офсетная. Печ. л. 20,7. Тираж 180 экз. Заказ № 35
Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, ул. Королёва, 6.