

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»)

## ***ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ***

*второй научно-практической конференции*

# **«Современные информационные технологии в гидрометеорологии и смежных с ней областях»**

**21 – 23 ноября 2017 года**

**Обнинск**

**2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ .....	7
<i>Гусев А.И., Михайлов Н.Н., Вязилов Е.Д.</i> Модернизированная автоматизированная система учета наблюдательных подразделений Росгидромета – состояние, проблемы и перспективы.....	8
<i>Семенов С.М., Гладильщикова А.А., Иголкина Е.Д.</i> Климатическое обслуживание и адаптационные планы: роль климатической информации .....	10
<b>СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И СМЕЖНЫХ С НЕЙ ОБЛАСТЯХ .....</b>	<b>12</b>
<i>Акселевич В.И., Мазуров Г.И.</i> Нюансы применения информационных технологий в гидрометеорологии.....	13
<i>Алексеева А.А., Лосев В.М.</i> Программный комплекс прогноза опасных конвективных явлений погоды .....	15
<i>Алексеева А.А., Прессман Д.Я., Недачина А.Ю., Бухаров В.М.</i> База данных доплеровских радиолокаторов и ее использование для совершенствования диагноза зон активной конвекции с опасными явлениями погоды .....	17
<i>Алферов Ю.В., Копейкин В.В.</i> Использование системы визуализации метеорологических данных Isograph в оперативной работе .....	19
<i>Барина Г.С., Барина Л.Н.</i> Технологический комплекс Международного центра данных ВМО по гидрологии озер и водохранилищ.....	20
<i>Барт А.А., Гордов Е.П., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З.</i> Вычисляемые OWL-онтологии для описания коллекций метеорологических и климатических данных и структур данных прикладных задач .....	21
<i>Беспрозванных А.В.</i> Управление гидрометеорологической информацией в информационных системах .....	23
<i>Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Куприянова И.А.</i> Информационные технологии для Интернет-представления данных мониторинга после радиационных аварий .....	24
<i>Василенко Е.В., Тарасова Л.Л.</i> Технология спутникового мониторинга агрометеорологических условий проведения полевых работ .....	25
<i>Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Евстигнеев М.П., Любарец Е.П.</i> Использование среды статистического программирования R для обеспечения различных категорий потребителей климатической продукцией и информацией .....	27
<i>Конonenко С.М., Старостина Т.В.</i> Объединение спутниковой и наземной метеорологической информация для прогноза посевов сельскохозяйственных культур .....	29
<i>Кузнецов А.А., Кашина И.И., Евтюхова Т.А., Ерошкина Е.П., Петрова Т.С., Зиновина Т.В.</i> Электронные ресурсы научно-технической информации в области гидрометеорологии .....	31
<i>Лебедева В.М., Шкляева Н.М., Знаменская Я.Ю.</i> Региональная автоматизированная система «АРМ-агрOMETпрогноз», адаптированная для Уральского УГМС.....	33
<i>Ратнер Ю.Б.</i> Исследование применимости методов n-коллокации для оценки точности морских и атмосферных прогнозов в приводном слое атмосферы .....	35

<u>Степанов Ю.А., Жабина И.И., Пурина И.Э., Недачина А.Ю., Кулакова И.И.</u> Автоматизированная технология оперативной обработки гидрометеорологической информации АСОИИ Гидрометцентра России в кластерной инфраструктуре (экспериментальная версия).....	37
<u>Шаймарданов В.М.</u> Единый государственный фонд данных. Современное состояние и перспективы развития.....	39
<u>Шевченко А.И., Готовченкова И.Л., Гусев А.Н.</u> Создание базы данных подробных сведений о пунктах наблюдения гидрологической сети Росгидромета на основании электронных технических паспортов.....	41
<b>СЕКЦИЯ 2. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ .....</b>	<b>43</b>
<u>Акселевич В.И., Мазуров Г.И.</u> Повышение эффективности использования и усвоения климатической информации .....	44
<u>Алдухов О.А., Черных И.В.</u> Долгопериодные изменения скорости ветра в пограничном слое атмосферы над Арктикой РФ по данным радиозондирования атмосферы .....	46
<u>Багров А.Н., Быков Ф.Л., Гордин В.А.</u> Оперативная схема комплексного прогноза приземных метеоэлементов (температура, ветер, влажность, количество осадков) на 3 – 5 суток .....	47
<u>Булыгина О.Н., Дементьева Т.</u> Мониторинг режима ветра. Результаты эмпирико-статистического анализа изменений режима ветра на территории России .....	48
<u>Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н., Давлетшин С.Г.</u> Оценки текущего состояния и тенденций изменения в компонентах климатической системы для территории РФ и ее регионов.....	49
<u>Варгин П.Н., Лукьянов А.Н., Вязанкин А.С., Цветкова Н.Д.</u> Анализ стратосферно-тропосферного динамического взаимодействия в работах Регионального информационно-аналитического центра «Средняя атмосфера» .....	50
<u>Гаврилова С.Ю., Коломеец Л.И.</u> Перспектива расширения объема режимно-справочной информации в условиях автоматизированной метеорологической сети.....	52
<u>Голубев В.Н., Петрушина М.Н., Игнатов Р.А., Фролов Д.М.</u> Интенсивность и частота снегопадов на территории РФ по материалам наблюдений на сетевых метеостанциях в 1960 – 2016 гг. ....	53
<u>Запорожцев И.Ф., Моисеев Д.В.</u> Расчет изменений залива атлантических вод в Баренцево море с использованием рядов термохалинных данных на стандартных океанологических разрезах.....	55
<u>Клещенко Л.К.</u> Мониторинг продолжительности солнечного сияния на территории России .....	57
<u>Козлова Л.Ф., Колесников Е.В., Николаев Д.А., Хохлова А.В.</u> Радиозондовые данные высокого вертикального разрешения и их сравнение с данными в коде КН 04.....	58
<u>Козлова Л.Ф., Стерин А.М.</u> Многолетняя изменчивость характеристик тропопаузы средних широт Северного полушария. ....	59
<u>Конанова Н.К.</u> Анализ циркуляции атмосферы Северного полушария с 1899 г. и создание сайта <a href="http://www.atmospheric-circulation.ru">www.atmospheric-circulation.ru</a> .....	60
<u>Кузнецова В.Н., Швець Н.В.</u> Анализ изменчивости режима влажности в арктических районах России за последнее десятилетие .....	62
<u>Лавров А.С., Стерин А.М., Хохлова А.В.</u> Мониторинг климатических параметров температуры и ветра в свободной атмосфере: методики и технологии.....	63

<i>Лавров А.С., Хохлова А.В.</i> Климатические характеристики струйных течений Северного полушария .....	64
<i>Лукьянова Р.Ю.</i> Термический и динамический режим полярной мезосферы по данным метеорных радаров .....	65
<i>Млявая Г.В.</i> Оценка степени проявления неблагоприятных и опасных природных явлений на территории Республики Молдова .....	67
<i>Немировская Л.Г.</i> Специализированные массивы данных определенных характеристик увлажнения по юго-востоку Западной Сибири как информационная база для изучения региональных климатических изменений .....	69
<i>Окшина Ю.Н., Горлач И.А.</i> Результаты сравнения информации об интенсивности и продолжительности осадков по данным модели COSMO-RU02 и наблюдениям в центре мегаполиса Москва .....	72
<i>Переходцева Э.В., Алферов Ю.В. Недачина А.В., Золин Л.В.</i> Оперативный гидродинамико-статистический прогноз шквалов, смерчей и сильных летних полусуточных осадков для территории ЕТР и Сибири и технология представления прогнозов заблаговременностью 12, 24, 36, 48 ч в виде карт прогнозов .....	74
<i>Петерс А.А., Васильев М.П.</i> Оценка погодно-климатических рисков для секторов экономики и социальной сферы на региональном уровне (на примере Краснодарского края) .....	76
<i>Серых И.В.</i> Программно-аппаратный комплекс хранения и пространственно-временного анализа глобальных полей гидromетеорологических характеристик .....	78
<i>Сидоренков Н.С.</i> О причинах аномальной погоды на Европейской территории России в 2017 году .....	80
<i>Скоробогатов А.М., Ведерникова М.В., Панченко С.В.</i> Структура регионально ориентированной базы исходных данных для долгосрочных прогнозов (климатических, биотических и пр.), используемых при моделировании сценариев эволюции пунктов захоронения РАО и миграции радионуклидов в биосфере .....	81
<i>Трофимова О.В., Задворных В.А.</i> Технологии оценки гелиоэнергетических ресурсов для размещения энергоустановок в условиях редкой сети на примере региона, охватывающего Якутию, Амурскую область и Хабаровский край .....	83
<i>Фасолько Д.В., Кобышева Н.В.</i> Оперативное климатическое обслуживание экономики на основе специализированной нормативной информации .....	85
<i>Черных И.В., Алдухов О.А.</i> Результаты исследования вертикальной макроструктуры сплошных облачных слоев и ее изменений над Арктикой РФ .....	86
<i>Шерстюков Б.Г.</i> Физико-статистические методы построения экспериментов для выявления скрытых закономерностей во временных рядах .....	87
<b>СЕКЦИЯ 3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	89
<i>Акселевич В.И., Мазуров Г.И.</i> Особенности гидromетеорологического обеспечения морской деятельности .....	90
<i>Белов С.В., Михайлов Н.Н.</i> Комплексный системный подход создания информационных распределенных систем в Росгидромете на основе технологий и опыта ЕСИМО .....	92
<i>Белова К.В.</i> Современные средства поиска и представления информации в модернизированной автоматизированной системе учета наблюдательных подразделений (АСУНП) Росгидромета .....	93

<u>Бресткин С.В., Девятаев О.С.</u> Гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности в Арктике – новые вызовы.....	94
<u>Воронцов А.А.</u> Новое электронное справочное пособие по морской природной среде.....	96
<u>Воронцов А.А., Баталкина С.А.</u> Оптимизация схем обработки пространственных данных в ЕСИМО для качественного обслуживания потребителей .....	97
<u>Воронцов А.А., Нефедова Г.И., Антипов Н.Н.</u> Создание комплексной базы данных информационной системы «Антарктика».....	98
<u>Вязилов Е.Д.</u> Формализация воздействий опасных природных явлений на предприятия и население, рекомендаций для принятия решений как элемент технологий ЕСИМО.....	99
<u>Вязилова Н.А.</u> О влиянии океана на штормовую активность в Северной Атлантике .....	101
<u>Гитис В.Г., Дерендяев А.Б., Петров К.Н., Вайншток А.П., Думанская И.О., Зацева С.Н., Зеленко А.А., Нестеров Е.С.</u> Сетевая платформа мониторинга гидрометеорологической обстановки в Арктике .....	103
<u>Горбачева А.Е.</u> Применение брокера сообщений для гарантированного сбора и накопления показателей .....	105
<u>Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Евстигнеев М.П., Любарев Е.П.</u> К вопросу о контроле качества гидрометеорологических массивов при подготовке ежегодных и многолетних данных о режиме морей и морских устьев рек.....	106
<u>Жук Е., Халиулин А.</u> , Вязилов Е. ГИС «Черное море»: доступ к данным и дополнительные возможности .....	108
<u>Ибрагимова В.И., Нефедова Г.И., Пузова Н.В.</u> Исправление ошибок в базе данных автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений (АСУНП) .....	110
<u>Иванчик А.М., Иванчик М.В.</u> Средства для разработки автоматизированной системы морских прогнозов на примере Черного моря .....	112
<u>Иванчик А.М., Иванчик М.В., Коротав Г.К., Ратнер Ю.Б., Холод А.Л.</u> Автоматизированная система диагноза и прогноза состояния Черного моря.....	114
<u>Калмыкова О.В.</u> Программный комплекс обработки и представления данных для поддержки принятия решений о выдаче предупреждений о возможном формировании смерчей над Черным морем.....	116
<u>Комчатов В.Ф.</u> Макет электронной интерактивной энциклопедии актуального состояния и программы наблюдений морской гидрологической сети Российской Федерации и ее соответствие требованиям ВМО и МОК ЮНЕСКО.....	118
<u>Лазарева А.И.</u> Методы и средства построения изолиний в ГИС ЕСИМО.....	120
<u>Масленникова А.В.</u> Применение технологий Semantic Web для доступа и поиска информации из словаря параметров ЕСИМО.....	121
<u>Михайлов Н.Н.</u> Вопросы оптимизации и повышения качества информационных ресурсов ЕСИМО .....	122
<u>Мухеев А.С.</u> Подготовка и передача океанографических данных в информационную систему Европейского сообщества SeaDataNet .....	123
<u>Соколов В.А.</u> Оценка рисков в освоении морских ресурсов на примере Черноморского региона .....	124
<u>Степанов В.В., Павлова Е. А.</u> Применение космической системы «Арктика» в оперативном гидрометеорологическом обеспечении.....	125

<u>Федоренко А.В.</u> Особенности формирования ледового покрова в Керченском проливе в январе – феврале 2017 г. ....	131
<b>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b> .....	132
<u>Архипкин В.Я., Архипкин В.В.</u> Сети М2М в задачах гидрометеорологии.....	133
<u>Воронцов А.А., Годин Е.А., Ингеров А.В., Халиулин А.Х.</u> Анализ современного состояния баз данных ФГБУН МГИ и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» по Черному морю и перспективы их дальнейшего развития .....	136
<u>Вязилова Н.А.</u> Об интенсивности осадков во внетропических циклонах Северной Атлантики на основе показателей ЕСИМО .....	138
<u>Гаврилова Л.В.</u> Технологии сбора, обработки и визуализации гидрометеорологической информации, прогнозирования и доведения продукции до потребителей с использованием ГИС-технологий в ФГБУ «Дальневосточное УГМС».....	139
<u>Гусева Т.А., Пустынский И.С.</u> Создание и внедрение Единой автоматизированной системы сбора и обработки результатов наблюдений Центра мониторинга загрязнения окружающей среды .....	141
<u>Ефременко А.Н., Шемелов В.А.</u> Опыт использования источников гидрометеорологической информации при подготовке специалистов метеорологов.....	143
<u>Лобачев П.С., Колесников А.Е., Лебедева А.В., Орлянский Д.А.</u> Системный подход в управлении IT-инфраструктурой Мирового центра данных.....	144
<u>Муждаба О.В.</u> База данных «Состояние гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений на поверхностных водных объектах арктической зоны РФ».....	145
<u>Никифорова А.Е., Песков Б.Е.</u> Анализ случаев сильных летних дождей 2017 года для составления штормовых предупреждений.....	147
<u>Перескоков А.И.</u> Восстановление долговременных термохалинных характеристик глубинных вод океана .....	148
<u>Третьяков В.Ю., Фролов С.В., Клячкин С.В., Федяков В.Е.</u> Программное обеспечение для получения данных, необходимых при статистическом моделировании вероятности аварийных ситуаций, вызываемых сжатиями дрейфующих льдов .....	150
<u>Третьяков В.Ю., Фролов С.В., Федяков В.Е., Щербakov Ю.А.</u> Программные приложения для элементов оперативного обеспечения морской деятельности при наличии ледяного покрова .....	152
<u>Фокичева А.А., Тимофеева А.Г., Истомин Е.П.</u> Использование виртуальной реальности для моделирования результатов информационного обеспечения погодозависимой деятельности .....	154
<u>Чёрный С.Э., Ефременко А.Н., Канарский И.Д., Подчасский А.С., Королёва О.А.</u> Методика оперативного контроля сейсмической обстановки для задач обнаружения предвестников цунами.....	156

# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

## **Модернизированная автоматизированная система учета наблюдательных подразделений Росгидромета – состояние, проблемы и перспективы**

*Гусев А.И., Михайлов Н.Н., Вязилов Е.Д.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

В настоящее время в России действуют более 6 500 гидрометеорологических станций и около 14 000 наблюдательных пунктов. Этими объектами поставки данных нужно управлять с точки зрения уменьшения затрат на производство наблюдений и техническое оснащение. Несмотря на то, что еще в 1988 г. была заложена основа автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений Росгидромета (АСУНП), по-настоящему она не использовалась до 2015 г., когда ее сделали открытой. Недостаточное качество созданной БД приводило к тому, что получаемая из АСУНП информация расходилась с информацией, представляемой из других источников.

В 2015–2017 гг. произведено развитие АСУНП (<http://asunp.meteo.ru/portal/asunp/>). Кроме устранения недостатков по базе данных, улучшен интерфейс поиска пунктов наблюдений (ПН), реализована система удаленного ввода сведений о наблюдательных подразделениях (НП), разработаны средства агрегации данных о состоянии НП по субъектам РФ, региональным управлениям Росгидромета, кадрово-финансовому обеспечению НП и структурных единиц.

На основе собранных сведений подготовлены 12 стандартизованных отчетов о состоянии НП и 3 отчета о кадрово-финансовом обеспечении (КФО) НП. Рассчитаны затраты на производство наблюдений по УГМС и в целом по Росгидромету. В июне 2016 г. были проведены предварительные испытания системы, в процессе которых были высказаны замечания и предложения по улучшению работы системы и повышению качества базы данных.

В 2017 г. была организована работа по контролю и удаленному редактированию базы данных АСУНП. Для этого проведена работа по сверке состава пунктов наблюдений по каждому виду наблюдений с помощью методических организаций Росгидромета. На основе полученной от них информации и других источников для сверки был разработан документ «Состав работ для операторов по повышению полноты и улучшению качества базы данных АСУНП». В настоящее время УГМС продолжают работу по исправлению ошибок в базе данных АСУНП в удаленном режиме.

Проблемы создания и использования АСУНП следующие. Отсутствует подробная карта для муниципального уровня (замечание Росгидромета), необходимая для привязки метеоплощадки. Требуется покупка карты масштаба 1:100 000 и более детальных карт.



Координаты большинства НП и ПН отражены в АСУНП с точностью до минут. Необходимо отражать местоположение станций с точностью до секунд, определять местоположение метеоплощадки на плане населенного пункта. Для этого требуется организовать уточнение координат с помощью GPS/ГЛОНАСС или сертифицированных электронных карт. РД 52.04.107–86 устарел. Требуется пересмотреть этот РД в направлении классификации сведений о наблюдательных подразделениях и планировании деятельности Росгидромета. Не включены комплексы наблюдений для современных приборов. Часть комплексов наблюдений не используется. Океанографические наблюдения отражаются без разделения на виды наблюдений. Вместе с программами наблюдений, например, по аэрологии, отмечаются «Наблюдения за аномальными явлениями». Используются нестандартизованные классификаторы субъектов РФ, организаций Росгидромета и др.

Для АСУНП используются более 30 различных классификаторов (международных, национальных, ведомственных и локальных). Некоторые классификаторы имеют различные нотации, например страны, ведомства, организации, попутные и научно-исследовательские суда, географические районы, проекты и др. Нет единого реестра классификаторов. За ведение ведомственных классификаторов отвечают разные организации (ВМО, МОК, ИСО, Гидрометцентр России (синоптические индексы), ВНИИГМИ-МЦ (коды ГВК, координатные номера, коды НИС, типов платформ, др.), УГМС (коды сетевых подразделений)). Требуется организовать службу ведения ведомственных классификаторов, используемых в организациях Росгидромета).

В 2018–2019 гг. предполагается включить сведения о НП других ведомств. Необходимо организовать взаимодействие с системой OSCAR (ИГСНВ ВМО). Для базы данных будут созданы средства, позволяющие указывать историю изменений программ наблюдений в ПН, формализовать такие поля, как Используемые средства связи, Энергообеспечение, используемые приборы и т.п.

## **Климатическое обслуживание и адаптационные планы: роль климатической информации**

*Семенов С.М.<sup>1,2</sup>, Гладильщикова А.А.<sup>1</sup>, Иголкина Е.Д.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»*

<sup>2</sup> *ФГБУН Институт географии РАН*

По итогам 3-й Всемирной климатической конференции (Женева, Швейцария, 31 августа – 4 сентября 2009 г.) странами была принята Декларация высокого уровня, которая касалась, в частности, учреждения Глобальной рамочной основы климатического обслуживания (ГРОКО). Англоязычное название – GlobalFrameworkforClimateServices, GFCS.

Общая задача ГРОКО – обеспечить лучшее управление рисками, связанными с изменчивостью и изменением климата, и адаптацию к изменению климата путем увеличения объема научно обоснованной фактической и прогнозной климатической информации и ее использования при осуществлении планирования, политики и практических мер на глобальном, региональном и национальном уровнях (см. <http://www.gfcs-climate.org/>). Приоритетными отраслями для климатического обслуживания ВМО определены сельское хозяйство и продовольственная безопасность, уменьшение рисков бедствий, энергия, здоровье населения и водные ресурсы.

Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) ведется работа по обоснованию национального, российского сегмента ГРОКО. В этой области работают специалисты многих институтов, в том числе ГГО им. А.И. Воейкова, ИГКЭ. Однако такое обоснование может быть корректно выполнено лишь во взаимодействии со специалистами из социально-экономических секторов (отраслей), деятельность которых нуждается в климатическом обслуживании, с министерствами и ведомствами, управляющими этими секторами. В ходе взаимодействия специалистов из НИУ Росгидромета и специалистов из НИУ партнерских министерств и ведомств должны быть решены в том числе следующие вопросы:

- согласован перечень приоритетных климатозависимых объектов и процессов для различных регионов;

- установлены гидрометеорологические параметры, «ответственные» за состояние этих объектов и процессов (температура, сумма осадков, суммы активных и эффективных температур, гидротермические коэффициенты и иные прикладные индексы), и возможности их оценки по данным гидрометеорологических наблюдений Росгидромета;

- определены критерии объявления возникающей опасности, исходя из возникающих рисков (пороговые значения параметров, в многопараметрическом случае – критические границы, вероятности выхода в закритическую область и пр.);

- согласована форма представления оценок возникающих рисков (картографическая, иная; уровни опасности – например, желтый, красный и пурпурный);

- рекомендована периодичность предоставления гидрометеорологической информации и оценок опасности;

- согласованы отраслевые службы, куда из системы Росгидромета направляется информация в порядке климатического обслуживания.

Необходимо подчеркнуть, что для эффективного климатического обслуживания гидрометеорологическая информация должна представляться не в «сыром» виде (температура, осадки и прочее обычное для собственно гидрометеорологии), а в виде прикладных климатических индексов, «ответственных» за те объекты и процессы, которые могут быть источниками опасности и/или ущерба.

Отраслевые специалисты, соответствующие отраслевые службы, соответствующие министерства и ведомства, используя предоставленную системой Росгидромета информацию, могут разрабатывать адаптационные меры. Цель – ослабить отрицательные последствия изменения климата и усилить положительные. Такие меры учитывают приоритетность объектов адаптации, их уязвимость к климатическим изменениям, значимость для страны в целом.

Необходимо отметить, что временные горизонты климатического обслуживания могут быть разные: в пределах месяца (в этом случае лучше говорить о погодно-климатическом обслуживании), сезон-год, десятилетия. Конечно, методологические базы соответствующих прогнозов различны.

Адаптационные меры, разработанные и осуществленные на базе информации в порядке климатического обслуживания, могут быть элементами национального адаптационного плана. Его разработка и внедрение предусмотрены Парижским соглашением (2015 г.), ратификация которого Россией намечена на 2019 год.

СЕКЦИЯ 1.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И СМЕЖНЫХ С НЕЙ ОБЛАСТЯХ**

## **Нюансы применения информационных технологий в гидрометеорологии**

*Акселевич В.И., Мазуров Г.И.*  
*ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

Конец XX и начало XXI века ознаменовались настоящей революцией в гидрометеорологии, связанной с массовым внедрением в практику работы метеослужб вычислительной техники и информационных технологий. Развитие техники и технологий продолжается со все нарастающим темпом.

Однако в то же время создаются условия для серьезного осмысления произошедших изменений. Настало время проанализировать плюсы и минусы свершившихся преобразований, учесть ошибки, уточнить принципы, выработать правила работы в новых условиях и требования к подготовке грамотных специалистов.

В настоящее время практически все виды работ, выполняемых метеоспециалистами, в той или иной степени связаны с использованием ПЭВМ. Современные средства измерения физических параметров состояния атмосферы все чаще снабжаются специальными унифицированными платами, которые вскоре позволят полностью автоматизировать процесс наблюдений за фактической погодой. На промежуточном этапе модемы с телефонными и телеграфными каналами связи помогают ускорить сбор и распространение метеоинформации с помощью ускорения обмена телеграммами.

Первое важнейшее направление использования вычислительной техники в предметной области наук о Земле – это совершенствование сбора и распространения гидрометеорологической информации. Вторым направлением следует считать появление и широкое распространение экономичных, малогабаритных и автономных пунктов приема и использования спутниковой информации. Третье направление заключается в автоматизации процессов наблюдений за погодой и получении объективных измерений физических параметров. Возникло множество приборов и систем, использующих компьютеры для получения, отображения и передачи данных первичных наблюдений. Четвертое направление связано с повышением возможностей персональных ЭВМ в решении задач численного и физического моделирования ряда процессов, обуславливающих изменение погоды и состояние окружающей природной среды. На повестку дня выходит уже и пятое направление использования компьютерных технологий – это оптимальная интерпретация качественно изменившихся исходных данных, их усвоение и совершенствование методики прогнозирования гидрометеорологической обстановки и разработки экологических прогнозов.

Вычислительная техника активно используется для приема и анализа спутниковой информации, оперативного анализа радиолокационной обстановки, учета работы сети радиоакустических станций, моделирования и численного прогнозирования будущего состояния атмосферы, функционирования рабочих станций и АРМ, сбора и распространения метеорологической информации, использования данных дистанционного зондирования, дешифрирования, кодирования и раскодирования, создания и функционирования новых геоинформационных и экспертных систем, получения новых вариантов усвоения и отображения необходимой для метеобеспечения информации.

Современные ЭВМ позволяют переходить к реализации гидродинамических моделей. Так, наукоемкие технологии позволяют получать широкий спектр гидрометеорологической информации с необходимой полнотой и оперативностью практически в режиме реального времени. По оценкам К.А. Броунинга, в начале XXI века до 80 % метеоинформации должно добываться, распространяться и обрабатываться в рамках идеологии наукастинга (nowcasting), который представляет собой технологию сбора, обработки, распространения и сверхкраткосрочного прогнозирования (прогноз на данный момент – до 2 часов) метеорологической информации в реальном масштабе времени.

Особую роль информационные технологии играют в интенсификации образования. Ранее широко использовались плакаты, картины, диапроекторы, эпидиаскопы, полилюксы. За последние 20 лет компьютеры вытеснили большинство громоздких и не единообразных технических средств обучения. Появились также специальные интерактивные доски с широкими возможностями визуализации информации и внедрением контактных методов обучения гидрометеорологическим специальностям.

## **Программный комплекс прогноза опасных конвективных явлений погоды**

*Алексеева А.А., Лосев В.М.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Опасные конвективные явления (ОЯ) (ливень, град, шквал), возникновение которых, как правило, носит взрывной характер при прохождении активных фронтальных разделов, нередко наносят существенный ущерб экономике и даже приводят к гибели людей. Прогнозирование таких явлений до сих пор вызывает трудности даже с помощью мезомасштабных моделей, особенно в летний период года.

В Гидрометцентре России решением ЦМКП Росгидромета в 2006 г. внедрены методы альтернативного прогноза таких явлений со статусом консультативный для ЦФО и Северного Кавказа, максимального количества осадков в градации сильных и очень сильных для Центрального УГМС в качестве вспомогательного; в 2011 г. – со статусом «фоновый прогноз» – методы альтернативного прогноза осадков в двух градациях (11–34 и  $\geq 35$  мм/12 ч) и шквалов (20–24 м/с и  $\geq 25$  м/с) для ЦФО, в 2016 г. – для территории Северного Кавказа на основе выходных данных региональной модели Гидрометцентра России с пространственным разрешением 25 км. В настоящее время прогнозы реализованы на версии региональной модели с разрешением 25 км для всей территории России.

Прогнозы рассчитываются в едином программном комплексе, включающем региональную модель Гидрометцентра России и реализацию алгоритмов прогноза опасных конвективных явлений физико-статистическим подходом, в том числе расчет параметров конвекции с применением одномерной стационарной модели конвекции. Расчеты прогнозов ОЯ ведутся с ежечасным разрешением, на основе которых затем формируются полусуточные прогнозы. Заблаговременность полусуточных прогнозов – 18 и 30 ч. Следует заметить, что региональная модель специально подстраивается под прогноз необходимых для прогноза ОЯ метеорологических полей (приземного давления, температуры, влажности и геопотенциала по всей толще тропосферы, вертикальных упорядоченных движений).

Прогнозы рассчитываются для территории России в оперативном режиме два раза в сутки, как с разрешением 75 км, так и 25 км. Результаты альтернативного прогноза в трех градациях шквалов (20–24; 25–32 и  $\geq 33$  м/с) и ливней (15–34; 35–49 и  $\geq 50$  мм/12 ч) в оперативном режиме в виде карт передаются в УГМС ЦФО. Кроме того, в Северо-Кавказское УГМС передается расширенный набор прогнозов с разрешением 25 км, включающий, кроме указанных прогнозов, прогноз количества осадков, альтернативные прогнозы шквалов и ливней в градации ОЯ, скорости ветра при шквале, ОЯ с ущербом и

прогноза опасных и неблагоприятных конвективных явлений и их комплексов с детализацией типа явлений.

Прогнозы, кроме передачи карт и файлов с прогнозами по электронной почте, записываются в три оперативные БД Гидрометцентра России: для территории всей России с разрешением 75 и 25 км, и для Северного Кавказа с разрешением 25 км. Прогнозы из БД доступны в рамках программного комплекса «Прометей», в том числе в удаленном доступе.

Прогнозы опасных конвективных явлений со статусом «фоновый прогноз» помогают синоптикам более детально следить за прохождением активных фронтальных разделов, в том числе с помощью спутниковых и радиолокационных данных, с целью их уточнения (времени и места возникновения ОЯ).



## **База данных доплеровских радиолокаторов и ее использование для совершенствования диагноза зон активной конвекции с опасными явлениями погоды**

*Алексеева А.А., Прессман Д.Я., Недачина А.Ю., Бухаров В.М.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

В Гидрометцентре России создана БД доплеровских радиолокаторов ДМРЛ-С, установленных на Европейской территории России, с пространственным разрешением  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$  с географическими координатами от  $44$  до  $64^\circ$  с.ш. и от  $30$  до  $56^\circ$  в.д., оперативный и архивный варианты. Используются данные ДМРЛ-С с разрешением  $4$  км. В настоящее время БД содержит циркулярные ряды данных о горизонтальной и дифференциальной отражаемости на  $11$  уровнях с  $10$ -мин временным разрешением, о высоте верхней границы облачности, об интенсивности осадков (подстилающая поверхность), о явлениях (подстилающая поверхность), о накопленных  $6$ -часовых суммах осадков (подстилающая поверхность).

На основе созданной БД в Гидрометцентре России проводятся исследования по совершенствованию диагноза зон активной конвекции с опасными явлениями погоды.

Разработаны и реализованы алгоритмы накопления ежечасных и полусуточных данных ДМРЛ-С о шквалах и граде. Такие диагностические данные удобно будет использовать для верификации прогнозов ОЯ после получения данных о качестве радиолокационных данных (результатов их валидации). Кроме того, эти алгоритмы будут применяться для получения аналогичных данных о ОЯ, полученных усовершенствованным подходом, и для сравнения последних с данными существующей их диагностики в рамках программного обеспечения ДМРЛ-С.

При прогнозировании опасных конвективных явлений погоды одним из самых востребованных предикторов является максимальная конвективная скорость. Она используется во многих внедренных в практику методах прогноза конвективных явлений и обычно рассчитывается синоптиками с использованием аэрологической диаграммы по данным радиозондирования атмосферы, ранее в основные синоптические сроки, в последнее время в лучшем случае два раза в сутки. Максимальная конвективная скорость рассчитывается известными способами (например, метод частицы, метод Н.И. Глушковой). Высота верхней границы облаков в комплексе со значением максимальной конвективной скорости являются основными характеристиками зон активной конвекции. Распределение максимальной конвективной скорости по площади позволяет следить за прохождением фронтальных разделов, выявлять зоны активной конвекции, уточнять их интенсивность.

Если же такие карты строятся с минимальным временным интервалом, то позволяют оценить и эволюцию зон активной конвекции.

Разработан и реализован алгоритм расчета максимальной конвективной скорости по данным БД ДМРЛ-С с временным разрешением 10 минут. Также разработан и реализован алгоритм диагноза выпадения града на поверхность Земли и его размера подходом, отличающимся от реализованного алгоритма в программном обеспечении ДМРЛ-С. Проводится сравнительный анализ диагностики града.

В планы исследований входит совершенствование диагностики шквалов, интенсивности осадков и их 6- и 12-часовых сумм на основе созданной БД.

БД в дальнейшем будет пополняться доплеровскими данными ДМРЛ-С, использование которых может позволить далее совершенствовать диагностику опасных конвективных явлений и смерчей.

## **Использование системы визуализации метеорологических данных Isograph в оперативной работе**

*Алферов Ю.В., Конейкин В.В.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Разработанная и развиваемая в Гидрометцентре России для визуализации гидрометеорологических данных графическая система Isograph обладает рядом свойств, позволяющих использовать ее для выполнения ежедневных рутинных работ по построению метеорологических карт различного наполнения.

К числу таких свойств относится возможность сохранения параметров и объектов визуализации, таких как бланки карт и их наполнение, в любой момент интерактивной работы с системой. Сохраненные параметры и объекты могут впоследствии использоваться как при интерактивной работе с системой, так и в автоматическом режиме ее запуска.

Другим важным свойством системы Isograph является то, что она работает с данными в своем внутреннем формате, а для ввода данных предусмотрен интерфейс в виде внешней программы. Таким образом, подключение к системе новых источников данных не затрагивает архитектуру программного ядра Isograph. Одним из наиболее значимых интерфейсов такого рода является программа для сетевого доступа к оперативным данным, размещенным в базах данных Гидрометцентра России, используемым еще с 80-х годов прошлого века и хорошо себя зарекомендовавшим. На базе этого интерфейса в рамках другого развиваемого в Гидрометцентре России программного продукта PROMETEI организован удаленный сетевой доступ из региональных метеоцентров к общедоступному в системе Росгидромета серверу баз данных с оперативной продукцией.

Для организации автоматического построения комплектов карт в систему Isograph добавлен простой язык программирования. Язык позволяет построить некоторую совокупность карт на основе сохраненных ранее образцов и произвести некоторые манипуляции этими картами. Карты можно как отобразить на одном или нескольких мониторах, так и сохранить в файлах в одном из нескольких стандартных графических форматов. Производство карт с помощью указанного средства можно выполнить в интерактивном режиме, а также в пакетном режиме по расписанию. Расписание подобных работ поддерживается стандартными средствами операционной системы.

В настоящее время с использованием перечисленных средств оперативно готовятся карты в интерактивном режиме, а также по расписанию автоматически рассчитывается ряд карт в файлах графических форматов для демонстрации их на сайте Гидрометцентра России и для размещения на общедоступном ftp-сервере.

## **Технологический комплекс Международного центра данных ВМО по гидрологии озер и водохранилищ**

*Баринова Г.С., Баринова Л.Н.  
ФГБУ «Государственный гидрологический институт»*

Международный центр данных по гидрологии озер и водохранилищ (HYDROLARE) создан в ГГИ в 2009 году и действует под эгидой ВМО. HYDROLARE является одним из международных центров, действующих в составе Глобальной наземной сети наблюдений – Гидрология (GTN-H). Основной задачей Центра является сбор данных по гидрологическому режиму озер и водохранилищ мира для использования их в научных и образовательных целях, моделировании, разработке различных глобальных и региональных проектов.

Технологической основой Центра является разработанный в ГГИ информационно-технологический комплекс, включающий реляционную базу данных под СУБД Firebird, Web-сайт [hydrolare.net](http://hydrolare.net) и ряд прикладных программ. В базе данных Центра содержатся сведения по уровням воды водоемов 47 стран мира, измеренным наземными средствами и методами спутниковой альтиметрии, а также по температуре воды и толщине льда (годовые и месячные обобщения).

Информирование потребителей о текущем содержании базы данных осуществляется через Web-сайт Центра с помощью информационно-поисковой системы с картографическим интерфейсом Google Maps API. Информационно-поисковая система обеспечивает поиск сведений по запросу, отображая результаты поиска на географической карте мира, автоматически подстраиваемой под заданные в запросе регионы и подрегионы ВМО, страны, водоемы и посты. В дополнение к этому на сайте имеется регулярно обновляемый каталог водоемов, по которым можно получить данные. На сайте представлены также электронные формы запроса данных и информационная продукция Центра.

В настоящее время запрошенные данные передаются потребителям по электронной почте. В перспективе планируется создать возможность для предоставления данных HYDROLARE через создаваемую Систему гидрологических наблюдений ВМО (СГНВ).

## **Вычисляемые OWL-онтологии для описания коллекций метеорологических и климатических данных и структур данных прикладных задач**

*Барт А.А.<sup>1</sup>, Гордов Е.П.<sup>1,2</sup>, Привезенцев А.И.<sup>3</sup>, Фазлиев А.З.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

<sup>2</sup> ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томск)

<sup>3</sup> ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (Томск)

Быстрое увеличение информационных ресурсов в научных учреждениях, происходящее в последние 10 лет, предсказывали еще в конце XX века. Понимание этой проблемы возникло сразу же после массового внедрения научных информационных ресурсов в Web. Для решения этих проблем были предложены несколько подходов, среди которых наиболее известны e-Science и Semantic Web.

В ИМКЭС СО РАН представление наборов метеорологических данных для исследователей проводится в информационно-вычислительной среде, обеспеченной наборами метаданных, характеризующими входящие в эти наборы физические величины. Для работы с коллекциями создана программно-аппаратная платформа «Климат», в которой представление данных для исследователей организовано в рамках типовых и оригинальных решений, основанных на ГИС-технологиях. Для функционирования этой среды используется база метаданных, характеризующая свойства данных, входящих в коллекции. Практика показала ограниченность использования только локализованных приложений в такой среде. Включение внешних по отношению к этой среде приложений привела к созданию новой системы – виртуальной информационной платформы «Климат+». Для внутреннего представления данных в платформе «Климат+» используют формат данных netCDF.

В докладе обсуждаются вопросы создания онтологической базы знаний, предназначенной для выбора массивов данных, удовлетворяющих критериям пользователя. Набор критериев определяется решаемой прикладной задачей. Предложено решение задачи сведения, характеризующее свойства пространственно-временных объектов из коллекций, и представляемое набором индивидов OWL-онтологии (A-box). Развитие понятийной части онтологии (T- и R-box) связано с классификацией физических (в частности, метеорологических и климатических) величин и прикладными задачами пользователя.

Созданная OWL-онтология «Climate+» климатических информационных ресурсов состоит из трех независимых онтологий и онтологии, объединяющей независимые онтологии.

Независимыми онтологиями являются: онтология «Multiple Data» коллекций числовых массивов геопортала «Климат» (<http://climate.scert.ru/>), онтология физических величин (в том числе метеорологических и климатических) и онтология прикладных задач.

Построенный A-box онтологии «Multiple Data» содержит описание свойств 80 терабайт климатических и метеорологических данных геопортала «Климат» по 13 коллекциям числовых данных, содержащих 36 наборов данных и 793 числовых массива данных. Эти данные относятся к 170 пространственно-временным объектам и характеризуются 156 физическими величинами. Созданная онтологическая модель климатических данных представляет собой простую и расширяемую систематизацию информационных ресурсов, необходимую для дальнейшей работы над проектируемой системой принятия решений.

Выбор онтологического описания обусловлен использованием в планируемых прикладных исследованиях систем поддержки принятия решений, использующих базы знаний, относящиеся к метеорологии и климату. Оно характеризует их с большими деталями по сравнению с базой метаданных, а структуры индивидов OWL-онтологий в большей мере ориентированы на решение прикладных задач, в которых данные из коллекций являются входными.

## **Управление гидрометеорологической информацией в информационных системах**

*Беспрозванных А.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Применение трех уровневой модели при построении информационных систем предполагает преобразование форматов представления данных при передаче информации между уровнями систем, а также при взаимодействии отдельных компонент внутри одного уровня. Большое значение при этом начинает играть модель представления данных на различных уровнях обработки, хранения и представления информации. Универсальная модель представления данных может быть выработана при условии универсального определения различных видов гидрометеорологической информации и уровней их обобщения.

Любые измеренные или расчетные значения параметров гидрометеорологической информации могут быть идентифицированы рядом ключевых параметров. Вид наблюдения – параметр обозначающий группу гидрометеорологических характеристик, полученных однотипным путем. Иногда это общеизвестные наименования типа наблюдений SYNOP.

Следующая характеристика определяет пункт наблюдения или объект. Часто – это номер станции. Далее следует дата и время наблюдения или дата и время периода обобщения данных. Координаты наблюдения (широта, долгота и высота) характеризуют пункт наблюдения, что особенно важно для подвижных платформ или профилей.

При наличии нескольких однородных наблюдений, проводимых одновременно в одной точке, еще используется порядковый номер наблюдения. Таким образом, гидрометеорологические данные на любой стадии обработки, хранения и представления могут быть однозначно идентифицированы перечисленными ключевыми параметрами.

Перечень гидрометеорологических характеристик определяется наименованием типа наблюдения или списком, если он не полный. В зависимости от места представления в модели информационной системы созданы объекты представления данных, на основе которых осуществляется хранение данных, передача по линиям связи между элементами системы, обработка данных с целью получения новых данных или представления данных в виде таблиц, графиков и карт. Такой подход позволяет вести разработку программного обеспечения общего назначения для обработки, представления, хранения и выборки информации. Это программное обеспечение не зависит от вида данных и опирается исключительно на объектное представление данных.

## **Информационные технологии для Интернет-представления данных мониторинга после радиационных аварий**

*Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Куприянова И.А.  
ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»*

После крупных радиационных аварий существует длительная необходимость информировать администрацию и население пострадавших территорий о достоверных сведениях по загрязнению территорий радионуклидами и других действиях по преодолению последствий радиационных аварий. Одновременно с этим необходимо сохранить уникальные данные мониторинга для последующих аналитических и прогнозных работ. Ресурсом, обеспечивающим такие необходимости, являются Интернет-порталы. В НПО «Тайфун» реализован Технический проект информационной системы с большим архивом уникальной информации и базами данных о загрязнении территорий РФ после аварии на Чернобыльской АЭС. Информационная система размещена на странице Росгидромета Интернет-портала «Радиационная безопасность населения РФ» в рамках Межведомственной информационной системы (МИС). Информация, доступная пользователям, открыта и составляет весь период с момента аварии и до окончания 2015 года (30 лет со дня аварии).

Система обеспечивает справочную информацию о загрязнении радионуклидами цезия-137 территорий РФ, предоставляет Перечень ограничивающих зон пребывания, утвержденный Правительством РФ, дает возможность познакомиться с редкими и уникальными оперативными документами партии и правительства времен СССР, которые были направлены на преодоление последствий аварии. Уникальной особенностью системы является наличие сканов рисованных от руки карт времен первых дней после аварии на ЧАЭС. В базе данных содержится 11 180 записей (данных мониторинга). Концептуальная схема архива документов системы включает информацию 8 уровней иерархии.

Кроме того, в меню страницы Росгидромета представлен большой объем другой справочной информации по сети мониторинга, о начале наблюдений за радиационной обстановкой на территории РФ начиная с 1945 года, когда начались ядерные взрывы в атмосфере Земли. Любая найденная информация с данными о загрязнении, исторические документы могут быть распечатаны. Информацией о возможностях Интернет-страницы Росгидромета вышеназванного портала обладают все администрации субъектов РФ.

Обратная связь с пользователями системы говорит о востребованности этого ресурса.



## Технология спутникового мониторинга агрометеорологических условий проведения полевых работ

Василенко Е.В.<sup>1</sup>, Тарасова Л.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

<sup>2</sup> ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»

Возможность проводить ежедневный спутниковый мониторинг увлажнения верхнего слоя почвы важна для оценки условий проведения полевых работ, что особенно актуально в период сева озимых зерновых культур и уборки зерновых колосовых культур.

Технология спутникового мониторинга агрометеорологических условий проведения полевых работ базируется на анализе данных по относительной влажности верхнего слоя почвы, получаемых с активного микроволнового зондировщика ASCAT (ИСЗ MetOp-A,B). Пространственное разрешение спутниковых данных о влажности почвы – 12,5 км, временное – 2–3 раза в день, наличие данных не зависит от облачности. Оценка состояния верхнего слоя почвы проводилась по градациям.

Предлагается следующий алгоритм:

1. Выделить области с различным состоянием верхнего слоя почвы. Твердопластичному состоянию соответствуют значения относительной влажности менее 50 %. Мягкопластичное состояние наблюдается при значениях от 51 до 80 %, причем диапазон 61–80 % соответствует оптимальному уровню увлажнения почвы для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур. При относительной влажности более 80 % почва находится в липком и текучем состоянии.
2. Оценить доли территории с различным увлажнением верхнего слоя почвы. Полевые работы будут приостанавливаться, если доля территории округа (области, края), где почва находится в липком и текучем состоянии, составляет более 30 %. Если она составляет более 20 %, то снижаются темпы проведения полевых работ.
3. В период проведения сева озимых зерновых культур сдерживающим фактором является и недостаточное увлажнение почвы, и можно ожидать, что темпы сева понизятся. В период весеннего сева наиболее высокие темпы будут при оптимальном увлажнении почвы, но нужно учитывать, что главным ограничивающим фактором в этот период будет термический режим воздуха и почвы. В период проведения уборки зерновых культур, напротив, недостаточное увлажнение почвы является благоприятным фактором, что существенно ускоряет ее темпы.

4. На основе п. 1 можно рассчитать число дней с благоприятными, удовлетворительными и малоблагоприятными условиями для проведения полевых работ и сделать вывод об условиях для проведения полевых работ за период.

В результате был создан новый информационный продукт – карты агрометеорологических условий проведения полевых работ по ежедневным спутниковым данным (ИСЗ MetOp-A и B, скаттерометр ASCAT) – с возможностью использования в практике агрометеорологов, агрономов и страховщиков.

1. *Василенко Е.В., Тарасова Л.Л.* Использование данных с прибора ASCAT/MetOp для мониторинга влажности почвы // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 40–49.
2. *Bartalis Z., Wagner W., Naeimi V. et al.* Initial soil moisture retrievals from the METOP-A Advanced Scatterometer (ASCAT) // Geophys. Res. Lett. 2007. N 24 - L20, 401 p.
3. Consistent validation of H-SAF soil moisture satellite and model products against ground measurements for selected sites in Europe // Final Report. 2010. 56 p. [http://hsaf.meteoam.it/documents/reference/HSAF\\_AS\\_09\\_03\\_final\\_report.pdf](http://hsaf.meteoam.it/documents/reference/HSAF_AS_09_03_final_report.pdf) (дата обращения: 10.09.2014).

## **Использование среды статистического программирования R для обеспечения различных категорий потребителей климатической продукцией и информацией**

*Евстигнеев В.П.<sup>1</sup>, Наумова В.А.<sup>1</sup>, Евстигнеев М.П.<sup>2</sup>, Любарев Е.П.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды,*

<sup>2</sup>*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»*

Специализированные программные комплексы для статистического анализа данных играют важную роль во многих научных и научно-прикладных дисциплинах, в том числе в области гидрометеорологического обеспечения отраслей экономики, государственных учреждений и населения. Как правило, к таким программам предъявляется несколько специфических требований, а именно: эффективное хранение и обеспечение доступа к разнотипным данным, преобразование данных из разных форматов, эффективное выполнение трудоемких вычислительных задач, графическое представление результатов расчетов, возможность придавать системе новую функциональность для решения различных прикладных задач, обладать расширенным набором методов решения основных статистических задач на основе современных научных достижений.

Одним из немногих статистических пакетов, обладающими всеми этими свойствами, является среда статистического программирования R (<https://www.r-project.org/>), которая приобретает все большую популярность в научном и инженерном сообществах. Это свободно распространяемые на условиях лицензии GNU язык и среда вкупе с большим набором библиотек (10000+), доступные для всех основных платформ – UNIX, Linux, Windows и MacOS. Поскольку это открытое сообщество, развитие среды и генерация новых библиотек происходит непрерывно и стремительно. В среде может осуществляться как стандартный расчет основных статистических параметров, так и специализированные расчеты для нужд климатологического обеспечения. Отдельные модули среды предлагают универсальные и специализированные решения задачи графической визуализации результатов расчетов и статистической совокупности данных, визуализации пространственно-временных переменных, предоставляя пользователю доступ практически ко всем элементам графики. В среде R на основании отдельных программных модулей может быть осуществлена климатологическая предобработка данных, включая этапы поиска грубых ошибок и проверки гидрометеорологических массивов на климатологическую однородность. Кроме того, в сообществе разработчиков наблюдается определенная активность в направлении создания активных Web-приложений на основе языка R.

На основании созданных электронных массивов исторических данных метеорологических и морских гидрологических наблюдений (в форматах MS ACCESS и

MySQL) в Севастопольском ЦГМС разработан и внедрен комплекс расчетных процедур для получения стандартных режимно-справочных и специализированных характеристик по территории Крыма и прибрежной зоны Азово-Черноморского побережья, необходимых для своевременного обеспечения различных категорий потребителей климатической продукцией и информацией.

Комплекс расчетных процедур позволяет получить значительную часть информации, обычно помещаемую в общих и научно-прикладных справочниках по климату и многолетних каталогах, а также производить специализированные расчеты для климатологического обеспечения инженерных изысканий согласно рекомендациям Строительных правил и норм (СП, СНиП).

## Объединение спутниковой и наземной метеорологической информации для прогноза посевов сельскохозяйственных культур

*Кононенко С.М., Старостина Т.В.  
ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский  
гидрометеорологический институт»*

В работе получены модели прогноза урожайности многолетних трав на сено (всех укосов) по территории Омской области. Модели включают данные стандартных агрометеорологических наблюдений (осадки, температуру и дефицит насыщения воздуха) и спутниковые данные дистанционного зондирования (вегетационный индекс NDVI). Данные по NDVI, полученные по всей территории России с реальной регулярностью 3–4 раза в неделю с разрешением 250 м и архивированные с 2000 г., предоставлены ИКИ РАН. Данные по урожайности взяты из статистических сборников Омской области. Параметры регрессионных моделей находились с помощью метода наименьших квадратов, среда программирования MATLAB. Авторские испытания моделей проводились на двухлетней контрольной выборке. По результатам этих проверок принималось решение о передаче построенных моделей на производственные испытания.

Для оценки применимости однопараметрических моделей метода предварительного прогноза (1–5 июня) урожайности многолетних трав на сено (всех укосов) последовательно строились, проверялись и сравнивались парные модели линейной регрессии, в которых в качестве независимой переменной брались накопленные осадки  $x_1$ , среднесуточный дефицит насыщения влажного воздуха  $x_2$  за апрель – май, а также средние значения NDVI на 23 неделе от начала каждого года и заканчивающейся в 1–4 числах июня  $x_3$ . По совокупности оценок и выполнению условий качества лучшей оказалась однопараметрическая модель, в которой в качестве независимого параметра  $x_3$  взят вегетационный индекс NDVI  $y = 30,23x_3 - 7,13$ .

Для метода предварительного прогноза урожайности многолетних трав на сено (всех укосов) построены две модели множественной линейной регрессии, сравним их. В первой модели независимыми переменными взяты только агрометеорологические наблюдения, а именно: накопленные за апрель и май осадки  $x_1$  и среднесуточный дефицит насыщения воздуха  $x_2$  за апрель – май. Во второй модели, учитывая хорошие оценки однопараметрической модели с вегетационным индексом NDVI, к нему добавлен среднесуточный дефицит воздуха  $x_3$ . Полученная в результате объединения спутниковых и наземных данных модель предварительного прогноза урожайности  $y = -0,639x_1 + 22,476x_2 + 1,525x_3$  заметно лучше модели с только наземными данными. Коэффициент детерминации  $R^2$  равен  $0,74 > 0,70$  и показывает долю объясненной дисперсии исходного ряда  $y$  и в данном

случае указывает на достаточность числа независимых переменных для описания ряда. Результаты расчетов для предварительного прогноза приведены в таблице.

Для оценки применимости однопараметрических моделей метода окончательного прогноза (1–5 июля) урожайности многолетних трав на сено (всех укосов) последовательно построены парные модели линейной регрессии в которых в качестве независимой переменной брались накопленные осадки  $x_1$  за апрель – 2-я декада июня, среднесуточная температура воздуха 3-я декада мая – 2-я декада июня, среднесуточный дефицит насыщения воздуха  $x_2$  за апрель–июнь, а также средние значения NDVI на 22 неделе от начала каждого года и заканчивающейся в 25–29 числа мая  $x_3$ . Временной интервал выбирался по наибольшему коэффициенту корреляции переменных. Результаты расчетов приведены в Таблице. Среди однопараметрических моделей по результатам оценок их параметров две модели можно рекомендовать для производственных испытаний и при положительном заключении к практическому использованию, это модель со среднесуточным дефицитом влажности воздуха  $y = -1,16x_2 + 17,94$  и модель с вегетационным индексом NDVI  $y = 30,23x_3 - 7,13$ .

Таблица – Предварительный прогноз (1–5 июня)

Уравнения	Параметры	Относит. ошибка
$y = 0,07x_1 + 7,04$	осадки	7,1 %
$y = -1,16x_2 + 17,94$	дефицит	7,3 %
$y = 30,23x_3 - 7,13$	ndvi	3,5 %
$y = 0,04x_1 - 0,95x_2 + 14,63$	осадки + дефицит	8,3 %
$y = -0,639x_2 + 22,476x_3 + 1,525$	дефицит + ndvi	0,53 %

Для метода окончательного прогноза урожайности многолетних трав на сено (всех укосов) построены две модели множественной линейной регрессии и проведена оценка их надежности. В первой модели в качестве независимых переменных, так же как и в предварительном прогнозе, брались только агрометеорологические наблюдения, а именно: накопленные среднесуточные осадки  $x_1$  и среднесуточный дефицит насыщения воздуха  $y = 23,09 - 1,64x_1$ . Во второй использовались дефицит и NDVI  $y = 13,19 - 1,20x_1 + 1,74x_2$ . Модели с дефицитом насыщенного воздуха и NDVI показали лучшие результаты и переданы для производственных испытаний.

## **Электронные ресурсы научно-технической информации в области гидрометеорологии**

*Кузнецов А.А., Кашина И.И., Евтюхова Т.А., Ерошкина Е.П., Петрова Т.С., Зиновина Т.В.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

На современном этапе происходит закономерная смена бумажных носителей научно-технической информации на электронные, а также предоставление доступа к этой информации через Интернет. В данной работе приводится обзор отечественных и зарубежных электронных ресурсов научно-технической информации (НТИ) в области гидрометеорологии. Детальная информация дана по электронным изданиям, выпускаемым научно-исследовательскими учреждениями (НИУ) Росгидромета.

Среди электронных ресурсов НТИ в области гидрометеорологии в первую очередь следует назвать наиболее авторитетный источник – Web-сайт Всемирной метеорологической организации (ВМО) (<https://public.wmo.int>) и библиотечный Web-сайт этой организации (<https://library.wmo.int>). Здесь открыты для свободного доступа все современные нормативные и методические документы, а также планомерно выставляются документы, изданные в свое время только на бумаге, после их преобразования в электронный вид. Следует отметить, что значительная часть электронных документов ВМО, необходимая для образовательного процесса по гидрометеорологии, доступна на сайте Института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета (<http://ipk.meteorf.ru/>).

В настоящее время предоставляется доступ к электронным версиям большинства периодических изданий в области гидрометеорологии как у нас в стране, так и за рубежом. Пожалуй, наиболее широкий спектр изданий осуществляется Американским метеорологическим обществом. На сайте этой организации (<https://www.ametsoc.org>) предоставляется доступ (на платной основе) к электронным изданиям монографического типа, а также к 12 журналам. При этом доступ к выпускам журналов за последние несколько лет предоставляется, как правило, на платной основе.

В России наиболее объемным хранилищем электронных ресурсов в области НТИ является электронная библиотека E-Library (<https://elibrary.ru/>). Здесь предоставляется доступ (на платной основе) к таким журналам, как «Метеорология и гидрология», «Физика атмосферы и океана», трудам Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова (ГГО), Гидрометцентра России. При этом некоторые из названных изданий также находятся в открытом доступе на сайтах издающих организаций. Например, на сайте Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) (<http://www.aari.ru>) предоставляется доступ к выпускам журналов «Российские полярные исследования»,

«Проблемы Арктики и Антарктики» с ограничением открытого доступа к выпускам за последний год. На специализированном сайте Научно-методического кабинета Гидрометцентра России (<http://method.meteorf.ru>) предоставляется доступ к Трудам этого института, а также к выпускам информационного сборника «Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». Нужно отметить, что и другие НИУ Росгидромета предоставляют доступ к выпускам своих трудов на своих сайтах. Однако выпуск этих изданий на регулярной основе в последние годы поддерживают, помимо уже упомянутых ААНИИ и Гидрометцентра России, только ВНИИГМИ-МЦД и ГГО.

ВНИИГМИ-МЦД ежегодно осуществляет запись нормативных правовых документов Росгидромета и научно-технических документов НИУ, издаваемых по Плану изданий Росгидромета, на компактные диски, распространяемые среди НИУ и управлений Гидрометслужбы. Документы доступны также на Web-сайте института (<http://meteo.ru>) и в его специализированном поисковом разделе (<http://nti.meteo.ru>).

В Информационном центре ВНИИГМИ-МЦД осуществляется подготовка и выпуск следующих изданий: «Бюллетень нормативных правовых актов в области гидрометеорологии и смежных с ней областях», «Информационный бюллетень о защищенных работах в диссертационных советах в НИУ Росгидромета», Реферативный сборник «Международные мероприятия, проводимые в рамках международных организаций, конвенций и соглашений с участием представителей Росгидромета», «Указатель новых поступлений».

Следует отметить, что перевод на электронный носитель открывает перед пользователем более широкие возможности для работы с информацией, если, конечно, подготовить ее нужным образом. Помимо элементарного словарного поиска при открытии документа в любом текстовом редакторе, встраивание в электронный документ ссылок, позволяет организовать связь оглавления документа с его разделами, а гиперссылки позволяют осуществлять логический переход к другим документам. Форматирование и структурирование документов средствами языков разметки HTML и XML на основе общепринятых стандартов позволяет их интегрировать в общую мировую среду электронных информационных ресурсов.



## Региональная автоматизированная система «АРМ-агрометпрогноз», адаптированная для Уральского УГМС

*Лебедева В.М., Шкляева Н.М., Знаменская Я.Ю.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной метеорологии»*

В современных условиях система комплексного оперативного агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственных товаропроизводителей и других субъектов аграрной сферы аналитической информацией невозможна без создания автоматизированных систем на базе современных компьютерных технологий. В практике агрометеорологического обеспечения потребителей широко используются такие виды агрометеорологической продукции, как агрометеорологические прогнозы, обзоры, бюллетени, справки, в которых дается оценка сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий, а также состояния посевов различных сельскохозяйственных культур.

Для решения задачи автоматизации сбора, обработки оперативной агрометеорологической информации и формирования аналитических материалов в оперативных подразделениях региональных УГМС в ФГБУ «ВНИИСХМ» создан программный комплекс, автоматизирующий основные виды оперативных агрометеорологических работ, адаптированный для Уральского УГМС – автоматизированное рабочее место (АРМ) агрометеоролога-прогнозиста. На рисунке показана общая структура автоматизированной системы.



Рис. Структура «АРМ-агрометпрогноз»

Автоматизированная система функционирует в среде Windows, управление комплексом реализовано в единой интерфейсной оболочке в диалоговом режиме с использованием СУБД FireBird 2.1.3.

Информационная база «АРМ-агрометпрогноз» включает следующие базы данных: база оперативных данных – содержит оперативные агрометеорологические данные, полученные в результате обработки ежедневных и декадных агрометеорологических телеграмм и статистической информации по урожайности, валовому сбору, посевной площади сельскохозяйственных культур за текущий и предшествующие годы, база справочных данных – содержит каталоги станций, субъектов РФ, сельскохозяйственных культур, фаз развития и повреждений культур, сельскохозяйственных работ и агротехнических мероприятий, база агроклиматических данных – содержит декадные нормы температуры воздуха и сумм осадков по гидрометеорологическим станциям, постам и субъектам РФ.

Пополнение базы оперативных данных «АРМ-агрометпрогноз» происходит за счет информации, поступающей по каналам связи: декадных и ежедневных агрометеорологических телеграмм в коде КН-21 и данных службы государственной статистики о фактической урожайности, посевных площадях и валовом сборе сельскохозяйственных культур.

«АРМ-агрометпрогноз» включает следующие системы: обработки оперативной агрометеорологической информации, оперативного прогнозирования, формирования справочных таблиц, итоговых отчетов и картосхем.

Разработанная автоматизированная система позволяет автоматизировать основные виды работ агрометеорологов-прогнозистов, связанные с получением и обработкой оперативной информации, составлением всех видов прогнозов, справок, декадных и месячных бюллетеней, годового обзора как в Уральском УГМС, так и в трех подведомственных ЦГМС (Пермском, Курганском, Челябинском).

«АРМ-агрометпрогноз», оставаясь практически без изменений по своей структуре для работы в других территориальных УГМС, нуждается в существенной адаптации отдельных составляющих системы. В первую очередь это касается базы данных и комплекса методов агрометеорологических прогнозов, используемых в работе территориальных УГМС, а также блоков информационного обслуживания.

## **Исследование применимости методов $n$ -коллокации для оценки точности морских и атмосферных прогнозов в приводном слое атмосферы**

*Ратнер Ю.Б.*

*ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»*

При сопоставлении результатов морских и атмосферных прогнозов с данными наблюдений и оценке их точности часто предполагается, что ошибки измерений в наблюдениях либо отсутствуют, либо пренебрежимо малы по сравнению с ошибками прогнозов. В реальных условиях это не всегда так.

Для решения задачи в условиях, когда ошибки наблюдений и прогнозов сопоставимы по величине, можно использовать методы конфлюэнтного анализа. Но при этом необходимо знать либо стандартные отклонения величин ошибок, либо отношение величин стандартных отклонений. На практике ни первое, ни второе неизвестно.

В последние два десятилетия для решения рассматриваемой задачи начал интенсивно использоваться метод тройной коллокации. Он может быть реализован, если в процессе сопоставления восстанавливаемых и наблюдаемых значений искомого параметра можно использовать три независимых источника данных о его величинах. Он основан на предположении о независимости ошибок в величинах, полученных из каждого из трех источников, а также на предположении о том, что один из них не имеет систематических компонент погрешности и в среднем точно воспроизводит вариации искомого параметра.

В задачах одновременной оценки точности прогнозов на более чем два прогностических срока число источников прогностической информации (сроков прогноза) может быть больше двух, но эти источники могут быть не обязательно независимыми. Такие общие задачи мы в дальнейшем будем называть задачами  $n$ -коллокации, а методы их решения – методами  $n$ -коллокации. С другой стороны, источников измерительной информации может быть не два, как обычно в методе тройной коллокации, а только один. Тем не менее решение таких задач может представлять определенный интерес, особенно для Черного моря.

В статьях, в которых рассматриваются методы тройной коллокации и их обобщения на большее число источников данных, уравнения для нахождения искомого параметра записываются в скалярной, частной форме. Эти уравнения можно записать в более удобной для наших целей векторно-матричной форме независимо от типа и количества используемых источников информации о прогнозируемом параметре. Запись уравнений в векторно-матричной форме позволяет выявить некоторые особенности решений, которые затруднительно усмотреть при использовании скалярной формы записи.

На основе записи уравнений  $n$ -коллокации в векторно-матричной форме выполнено обобщение метода тройной коллокации для оценки точности атмосферных и морских прогнозов более чем с тремя источниками данных. Сформулированы условия, необходимые для корректного решения задачи, в соответствии с которыми необходимо выполнять обязательную проверку неотрицательной определенности матрицы ковариаций ошибок контактных измерений и прогнозов.

Показано, что для однозначного решения задач тройной и  $n$ -коллокации могут быть использованы дополнительные критерии отбора решений, ряд из которых рассмотрены в предлагаемой работе. Предложена процедура проверки устойчивости получаемых решений по отношению к варьированию выборки совместных данных, используемых для получения оценок точности.

На основе предложенного подхода осуществлено сопоставление пятисуточных прогнозов скоростей ветра и высот значительных волн, рассчитанных с помощью волновой модели SWAN, функционирующей в составе Черноморского центра морских прогнозов, с данными дистанционных измерений этих параметров, полученных с помощью альтиметра Poseidon-3, установленного на спутнике Jason-2.

Полученные результаты позволили уточнить оценки точности прогнозов скоростей ветра и высот волн. Величина стандартного отклонения ошибок альтиметрических измерений скорости ветра примерно равна 1,1 м/с, высоты волн – примерно 0,19 м, что неплохо согласуется с данными других работ. При прогнозе на одни сутки стандартное отклонение ошибок прогноза составляет 1,3 м/с для скорости ветра и 0,18 м для высот волн. При прогнозе на пять суток эти ошибки увеличиваются до 2,5 м/с для скорости ветра и 0,38 м для высоты волн.

Работа выполнена в рамках государственных заданий: тема № 0827-2014-0011 «Исследования закономерностей изменений состояния морской среды на основе оперативных наблюдений и данных системы диагноза, прогноза и реанализа состояния морских акваторий», а также частично при поддержке РФФИ «Новые методы и суперкомпьютерные технологии анализа и прогноза Мирового океана и Арктического бассейна», соглашение № 17-77-30001 от 02 августа 2017 года.

## **Автоматизированная технология оперативной обработки гидрометеорологической информации АСООИ Гидрометцентра России в кластерной инфраструктуре (экспериментальная версия)**

*Степанов Ю.А., Жабина И.И., Пурина И.Э., Недачина А.Ю., Кулакова И.И.  
ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Технология АСООИ предназначена для организации централизованного, автоматизированного, регламентированного счета прогностических и прикладных задач различных подразделений Гидрометцентра России и их информационного взаимодействия посредством баз данных коллективного пользования. Базы данных являются информационной основой системы выпуска оперативной продукции численных моделей и научно-исследовательских задач.

В Гидрометцентре России разработаны две реализации АСООИ:

1. Автономная АСООИ является оперативной, разработана «с нуля», развивалась в течение многих лет и функционирует на двух и более взаимно-резервирующих 32-процессорных Linux-серверах архитектуры x86\_64. Эта реализация характеризуется высокой детерминированностью запуска и окончания всех вычислительных процессов АСООИ, а также надежностью счета сеансов и задач.

2. Кластерная экспериментальная АСООИ разрабатывалась несколько последних лет, наследует автономную реализацию, содержит новые уровни управления и функциональные подсистемы, учитывающие особенности кластерной инфраструктуры. Единое ядро технологии АСООИ состоит из четырех взаимосвязанных подтехнологий.

АСООИ-БнЗ – Система объектно-ориентированных Банков задач. Оперативный банк задач является объединением копий персональных Банков задач пользователей АСООИ. Каждый объект-задача является пользовательским приложением, переработанным и стандартизованным в соответствии с технологическими требованиями АСООИ. Процесс разработки и внедрения объектов-задач автоматизирован. Все 302 задачи сгруппированы по 18 предметным областям (12.09.2017 г.). Банки задач являются как портируемыми между АСООИ-серверами, так и масштабируемыми.

АСООИ-АСУ – Автоматизированная система управления вычислительным процессом. Обеспечивает регламентированный счет объектов-сеансов обработки данных, являющихся последовательностями задач, связанных между собой как по данным, так и по управлению. Сценарий автоматического запуска сеансов строго детерминирован по времени. Конфигурационные данные о разработчиках, задачах, сеансах, предметных областях, сценариях и т.д. находится в масштабируемой управляющей базе данных АСООИ. Все

109 сеансов запускаются на счет 363 раза в сутки, в их составе выполняются 1935 задач (12.09.2017 г.). Система управления является портируемой.

АСОИИ-АДМ – Система администрирования АСОИИ содержит различные программные средства управления всеми технологическими ресурсами. Стандартные средства осуществляют сбор, обработку и хранение подробной информации о работе АСОИИ, что дает возможность администраторам, пользователям и операторам полностью контролировать весь вычислительный процесс в рамках своих привилегий, в том числе осуществлять анализ нештатных ситуаций и восстановление отсутствующей информации. Расширенные средства предназначены для системного и сетевого администрирования программно-аппаратных и пользовательских ресурсов всех АСОИИ-серверов, в т.ч. для репликации и резервного копирования.

АСОИИ-СУБД – централизованные базы данных обеспечивают связь по данным между задачами АСОИИ. В оперативной версии АСОИИ задействованы 83 физических БД общим объемом 0,86 ТиБ. Базы данных содержат циклически обновляемую, статическую и архивную продукцию различных задач АСОИИ, а также входные и выходные данные смежных технологий.

В кластерной инфраструктуре имеются собственные средства управления системными и пользовательскими ресурсами, в том числе пакетный запуск заданий (PBS) со своими строгими требованиями, организационные правила распределения ресурсов в многопользовательской среде (как оперативной, так и НИР) и т.д. Поэтому с целью улучшения детерминированности и надежности счета сеансов (заданий) АСОИИ в этой среде, подтехнологии АСОИИ-АСУ и АСОИИ-АДМ были существенно расширены новыми функциональными подсистемами, например автоматизация и параметризация PBS, MPI, CRON и модулей, мониторинг запуска и работы сеансов АСОИИ на узлах кластера и фронтэндах, балансировка нагрузки и т.д. Кластерная АСОИИ функционирует на существующей кластерной платформе в экспериментальном режиме и может использоваться оперативно при наличии необходимых ресурсов.

# Единый государственный фонд данных. Современное состояние и перспективы развития

*Шаймарданов В.М.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Единый государственный фонд данных (ЕГФД) в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 1999 г. № 1410 представляет собой упорядоченную, постоянно пополняемую совокупность документированной информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении. Выполнение функции по ведению ЕГФД возложены на ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

Ведение ЕГФД включает в решение задач по сбору, обработке и обеспечению долговременного хранения информации на различных носителях (технических, бумажных и фото) (рис. 1).

С использованием ЕГФД осуществляется обслуживание отраслей экономики, мониторинг изменения глобального климата и параметров окружающей среды в интересах безопасного развития мирового сообщества, а также информационная поддержка решения исследовательских задач, связанных с изучением окружающей среды.



Рис. 1

ЕГФД пополняется в результате деятельности Росгидромета, других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, их территориальных органов, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, физических и юридических лиц.

Росгидромет является основным участником деятельности ЕГФД, обладает широко разветвленной государственной структурой, осуществляющей непрерывное наблюдение за состоянием окружающей среды и ее загрязнением, сбор, анализ и обработку данных этих наблюдений.

Основные нормативные документы, регламентирующие пополнение ЕГФД:

- РД 52.19.704–2013 Краткие схемы обработки гидрометеорологической информации.
- РД 52.19.143–2010 Перечень документов архивного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении.

- РД 52.19.108–2009 Положение о формировании архивного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

- РД 52.19.698–2008 Положение об информационных ресурсах о состоянии окружающей среды, ее загрязнении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Основную долю информации, поступающей в ЕГФД, условно можно разделить на два типа: оперативную и режимную.

Оперативная информация поступает по каналам связи, проходит программный контроль, по результатам контроля при необходимости исправляется вручную и записывается в базу данных. Из месячной порции информации формируются архивные файлы в формате ЯОД.

Кроме того, с комплексов АСПД UNIMAS весь входной поток без обработки сохраняется в ленточной библиотеке в виде файлов с именами год\_месяц\_день\_срок.

Режимная информация поступает из УГМС в основном по электронной почте, проходит проверку на полноту и достоверность.

Технически хранение информации в ЕГФД реализовано в виде Автоматизированной архивной системы Росгидромета, которая базируется на ленточных библиотеках и управляющих серверах.

Кроме ведения ЕГФД на технических носителях во ВНИИГМИ-МЦД продолжают работы по созданию цифровых образов бумажных документов с целью облегчения доступа потребителей и повышения сохранности документов.

Разрабатывается технология по автоматизации ведения ЕГФД, каталогизации, учета и обеспечения сохранности данных в долгосрочной перспективе.

Дальнейшее развитие необходимо рассматривать в разрезе создания информационных сервисов по предоставлению потребителям продукции, созданной на основе данных, поступающих и хранящихся в ЕГФД.



## **Создание базы данных подробных сведений о пунктах наблюдения гидрологической сети Росгидромета на основании электронных технических паспортов**

*Шевченко А.И., Готовченкова И.Л., Гусев А.Н.  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных*

Для каждого пункта гидрологических наблюдений на наблюдательной сети Росгидромета существует техническое дело гидрологического поста. В этом документе ведется подробная информация с описанием поста включая:

- основные характеристики поста (название водосбора, название водотока, наименование, координаты поста, высота нуля графика, система высотных отметок);
  - сведения об оснащённости;
  - схематический план местности и описание створа;
  - программу и сроки наблюдений;
  - сведения о наблюдателях поста;
  - оценки погрешностей измерения гидрологических характеристик;
  - антропогенное воздействие на природную среду и режим реки на участке поста;
- и многое другое.

Информация в техническом деле поста плохо структурирована и формализована. При разработке электронного технического паспорта эту информацию попытались формализовать и представить в виде набора таблиц. Таким образом, появилась программа для ведения совмещенной электронной формы паспорта и технического дела гидрологического поста. Программа разработана совместно ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУ «ГГИ». Электронный технический паспорт включает основные сведения по гидрологическому посту, необходимые для оценки надежности получаемых данных наблюдений и измерений и корректировки программ наблюдений на нем в соответствии с требованиями к гидрологической информации и задачами модернизации средств и методов наблюдений.

Для обеспечения возможности мониторинга состояния гидрологической сети и получения необходимых данных для проектирования и планирования работ по модернизации средств и методов наблюдений необходимо на основании информации электронных технических паспортов создать единую базу данных. В настоящий момент разработана схема базы данных для хранения информации техпаспортов. Для описания состава наблюдательной гидрологической сети были заимствованы принципы, используемые в международном стандарте ISO 10303 для описания состава изделия. Этот стандарт

регламентирует логическую структуру БД, номенклатуру информационных объектов, хранимых в БД, их атрибуты и связи. Такой принцип позволяет описать сложный состав гидрологического поста, используя набор информационных объектов, и дает возможность представлять информацию в виде иерархической древовидной структуры с неограниченной вложенностью. Введены такие понятия, как подразделение, оборудование, группа оборудования, экземпляр оборудования, характеристика, группа характеристик, значение характеристики, все они являются информационными объектами состава гидрологической сети.

Для физической реализации базы данных выбрана свободная объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL. Разработаны программные средства для редактирования словаря характеристик, справочника оборудования и структуры состава гидрологического поста. Для доступа к информации в базе данных разработан прототип информационной системы с Web-интерфейсом. Прототип системы размещается по адресу: [www.hydrometpoints.ru](http://www.hydrometpoints.ru)

В качестве пилотных регионов была использована информация из электронных паспортов Приморского и Дальневосточного УГМС. В дальнейшем база данных должна будет содержать информацию электронных техпаспортов всех гидрологических постов, входящих в состав наблюдательной сети Росгидромета. База данных может стать поставщиком данных для автоматизированной системы учета состава наблюдательных подразделений Росгидромета (АСУНП).

**СЕКЦИЯ 2.**

**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ  
ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И  
ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИЕЙ**

## **Повышение эффективности использования и усвоения климатической информации**

*Акселевич В.И., Мазуров Г.И.*

*ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

В последнее время возможности информационных технологий в деле представления климатической информации настолько расширились, что впору ставить вопрос, а что из нее реально необходимо потребителю. Дело в том, что объем поступающих данных и возможности их анализа и усвоения входят в противоречие со способностями человеческого мозга.

Традиционно климатологи использовали таблицы и статистические расчеты. Но чем глубже становился анализ, тем все изощреннее оказывались методы, используемые учеными для получения требуемого результата. Для адекватного описания явлений и процессов используются корреляционные и ковариационные матрицы, ряды Фурье, разложения по естественным ортогональным составляющим, сплайны, вельвет-анализ, фракталы и еще сотни и тысячи всевозможных приспособлений, на самом деле уводящих от реальных задач.

Авторы современных монографий то используют более 100 различных показателей, объединенных в четыре группы для оценки экологической ситуации в регионах РФ, то вводят понятие «климатический риск» и с этой точки зрения переворачивают классические представления о климатологии. Одним их важнейших документов, описывающих современный взгляд на состояние и изменение климата, является Второй оценочный доклад Росгидромета об изменении климата и их последствиях на территории РФ. Но и в этом документе приводятся далеко не традиционные карты и таблицы.

Разобраться в многообразии красок, различных временных интервалах и пространственных масштабах тяжело даже опытным климатологам. По-видимому, настала пора вернуться к истокам и ограничить набор исходных данных и методик для осуществления климатических расчетов. Для этого желательно подготовить руководство или наставление, в крайнем случае – сборник разрешенных и рекомендуемых методик.

Возможно, целесообразнее цвета заменить цифрами, тогда машине будет проще их анализировать и выдавать результат и рекомендации. Очевидно, нужна и помощь психологов, чтобы определить оптимальные объемы усваиваемой человеком информации для наиболее эффективного решения стоящих перед специалистами задач.

Разработаны многочисленные технологии, обеспечивающие совместное использование информации, поступающей из различных источников. Для решения этих задач созданы различные геоинформационные системы, например CliWare в

ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», но недостаток финансирования существенно тормозит их повсеместное внедрение в учреждениях Гидрометеослужбы.

Если раньше Гидрометеослужба выпускала бумажные бюллетени, атласы, справочники и централизованно снабжала ими заинтересованные организации и учебные заведения, то с переходом на так называемый хозрасчет обмен информацией существенно затруднился. С одной стороны, современные информационные технологии и энергично развивающиеся средства наблюдений резко расширяют возможности анализа гидрометеорологической информации, с другой стороны, резко сократились возможности доступа к этой информации и ее использования в научных и учебных целях. Коммерциализация и крайне низкая оплата труда в госбюджетных учреждениях Гидрометеослужбы приводит к потере информации, которую просто не успевают переработать и использовать, и, как следствие, к застою в исследованиях.

Для решения существующих базисных проблем предлагается изменение порядка получения гидрометеорологической информации и обмена ею в организациях и учреждениях Гидрометеослужбы.

## **Долгопериодные изменения скорости ветра в пограничном слое атмосферы над Арктикой РФ по данным радиозондирования атмосферы**

*Алдухов О.А., Черных И.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

В связи с происходящими изменениями климата, в частности климата атмосферы над Арктикой РФ (АРФ), важным является вопрос о вертикальном распределении линейных трендов метеопараметров в ее пограничном слое над этим регионом.

Для изучения параметров пограничного слоя над АРФ использованы данные из массива радиозондовых наблюдений CARDS, пополненного текущими данными из массивов АЭРОСТАБ и АЭРОСТАС. Они прошли процедуру комплексного контроля качества, были проверены на наличие и полноту. Для учета специфики решаемой задачи была проведена их необходимая специальная обработка: по вертикальным профилям радиозондовых измерений получены значения метеопараметров на стандартных высотах в пограничном слое; проведен дополнительный контроль качества данных с акцентом именно на этот слой. В Североевропейском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском районах АРФ были выбраны аэрологические станции с наиболее полными рядами наблюдений с 1964 года.

В качестве метода интерполяции для работы с данными в пограничном слое атмосферы был использован метод сплайновой интерполяции на базе кубического сплайна Акимы, который обеспечивает для большинства аэрологических параметров наиболее точную интерполяцию, т.е. интерполяцию с наименьшей погрешностью по сравнению с другими ее видами. Для оценок долгопериодных изменений скорости ветра использованы два метода расчета трендов: точечный метод расчета трендов на основе срочных значений с учетом их корреляции во времени и классический метод наименьших квадратов.

Представлены долгопериодные оценки пространственно-временных изменений скорости ветра в АРФ. Показано, что вертикальная структура трендов зависит от высоты, месяца/сезона, срока и района АРФ; скорость ветра и ее среднеквадратические отклонения возрастают главным образом на высотах 300–1000 м.

Полученные оценки могут быть полезны для нужд авиации, судоходства, оценки условий атмосферной дисперсии при геоэкономическом обосновании строительства атомных и тепловых электростанций, анализе климатических изменений в Арктике РФ.

## **Оперативная схема комплексного прогноза приземных метеоэлементов (температура, ветер, влажность, количество осадков) на 3–5 суток**

*Багров А.Н.<sup>1</sup>, Быков Ф.Л.<sup>1,2</sup>, Гордин В.А.<sup>2,1</sup>*

<sup>1</sup> *ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

<sup>2</sup> *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)*

На вход нашей схемы поступают результаты оперативного прогноза погоды нескольких прогностических гидродинамических схем на 3–5 суток. Она также использует архивы прогнозов этих схем и наблюдений в ~2200 городах России, Беларуси и республик Средней Азии. На выходе – прогнозы приземной температуры воздуха (заблаговременность до 5 суток), температуры точки росы (до 3), скорости ветра (до 3), осадков (до 3) с интервалом в 6 ч. Кроме того, экстремальные за сутки температуры и возможные порывы ветра с интервалом 1 сутки или 6 часов, соответственно, на срок до 3 суток. Результаты оперативного прогноза выкладываются на сайт Гидрометцентра РФ по адресу <http://method.meteorf.ru/ansambl/ansambl.html> в 8.30 и 20.30 мск. На этом же сайте приводятся сведения о качестве предыдущих прогнозов по схеме комплексного прогноза.

Набор исходных гидродинамических схем может варьироваться.

Точность представленной схемы превосходит точность исходных гидродинамических схем. В докладе приведены оценки погрешности различных схем за 2014–2017 гг.

Эта оперативная технология может быть использована в различных приложениях – от медицины до энергетики. Приводятся примеры.

В ходе работы Ф.Л. Быков и В.А. Гордин были поддержаны грантом (№ проекта 16-05-0069) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2016–2017 гг. и в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5–100».

## **Мониторинг режима ветра. Результаты эмпирико-статистического анализа изменений режима ветра на территории России**

*Булыгина О.Н., Дементьева Т.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Задача мониторинга климата является важной частью Всемирной климатической программы, выполняемой под эгидой ВМО. Целью мониторинга климата является регулярное слежение за состоянием климатической системы и оценки наблюдаемых тенденций. Продукция мониторинга режима ветра ежегодно публикуется в Докладе об особенностях климата в РФ, в которой для каждого параметра применяется ранее описанная технология мониторинга. Для режима ветра так же необходимо разработать единую технологию мониторинга.

Этапы технологии мониторинга включают подготовку данных архивных и оперативных наблюдений, расчет производных характеристик аномалий средней скорости ветра и числа дней со скоростью  $\geq 15$  м/с, вычисление количества случаев для каждого пункта с превышением скорости ветра 95-го перцентиля, оценку трендов скорости ветра и количества дней с сильным ветром ( $\geq 15$  м/с) на станциях и по регионам, подготовку иллюстративных материалов и анализ материалов.

Средняя по территории России скорость ветра уменьшается (за 1976–2016 гг.). Значимая тенденция уменьшения среднего числа дней со скоростью ветра  $\geq 15$  м/с получена только для осенне-зимнего периода. В одном регионе – центр и юг Западной Сибири – весной зафиксирован рост числа дней со скоростями ветра  $\geq 15$  м/с.

Полученные результаты показывают, что в 2016 году среднегодовая скорость ветра на большей территории РФ ниже климатических норм (рассчитаны за период с 1981 по 2010 год). Выделяются области с положительной аномалией на Дальнем Востоке, в бассейне реки Колыма, на полуострове Таймыр, архипелаге Северная Земля. Наиболее выражены отрицательные аномалии скорости ветра осенью на севере Сибири.



## **Оценки текущего состояния и тенденций изменения в компонентах климатической системы для территории РФ и ее регионов**

*Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н., Давлетишин С.Г.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Оценка текущего состояния различных компонентов климатической системы является основной задачей мониторинга. Она становится еще более актуальной в связи с наблюдаемыми в последние десятилетия изменениями климата и увеличением экстремальных явлений.

Данное исследование является продолжением серии работ по изучению изменений климата с учетом данных последних лет. По ежедневным данным о температуре воздуха (минимальная и максимальная), атмосферным осадкам и максимальной скорости ветра с использованием предложенных ранее индикаторов экстремальности анализируются изменения, произошедшие в последние годы в температурном режиме, режиме ветра и режиме осадков на территории России и отдельных ее регионов в различные сезоны года.

Выявлены региональные особенности в изменении климатических экстремумов рассмотренных параметров, которые помогут в выработке адаптационных мер, сокращению рисков и минимизации ущербов от неблагоприятных погодных условий и климатических изменений.

## **Анализ стратосферно-тропосферного динамического взаимодействия в работах Регионального информационно-аналитического центра «Средняя атмосфера»**

*Варгин П.Н., Лукьянов А.Н., Вязанкин А.С., Цветкова Н.Д.  
ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория»*

Циркуляция стратосферы Арктики в течение зимнего сезона характеризуется сильной межгодовой изменчивостью, которая определяет характер разрушения стратосферного озона и влияет на циркуляцию тропосферы в средних-высоких широтах. В этой связи анализ динамических процессов стратосферы и стратосферно-тропосферного динамического взаимодействия (СТДВ) является важной научной задачей, решение которой должно содействовать улучшению сезонных прогнозов погоды и оценок изменения климата в климатических моделях. Такие исследования в последние 20 лет активно проводятся во всех ведущих странах мира, в том числе в рамках Всемирной программы по изучению климата в международном проекте «*SPARC – Stratosphere-troposphere Processes And their Role in Climate*» [1, 2]. Результаты оперативного анализа динамических процессов стратосферы Арктики и СТДВ размещаются, например, на интернет-сайтах метеорологических служб США, Великобритании, Японии.

В рамках работ центра «Средней атмосферы», созданного в ФГБУ «ЦАО», подготовлен комплекс программ, позволяющий в автоматическом режиме:

- оперативно получать глобальные ежедневные данные реанализа NCEP-R (температура, зональный и меридиональный ветер, геопотенциал), а также среднемесячные данные температуры поверхности суши и океана;
- рассчитывать климатические значения и отклонения от них;
- анализировать основные динамические процессы стратосферы и СТДВ (изменение температуры, зонального ветра, распространение планетарных волн, потоков тепла, внезапные стратосферные потепления, распространение аномалий циркуляции стратосферы в тропосферу);
- сравнивать текущий зимний сезон с наиболее интересными предыдущими зимними сезонами (например, с наиболее низкими/высокими температурами полярной стратосферы и сильным/слабым разрушением стратосферного озона в Арктике);
- анализировать особенности климата, влияющие на циркуляцию стратосферы Арктики (квазидвухлетний цикл колебаний зонального ветра в экваториальной стратосфере, Эль-Ниньо / Южное колебание, аномалии температуры поверхности северной части Тихого океана);

- архивировать и обновлять результаты анализа в виде файлов с численными значениями и в виде рисунков для определенной даты;

- воспроизводить наиболее важные из результатов в виде обновленных рисунков на интернет-сайте Центра.

Для анализа и визуализации стратосферного полярного вихря в Арктике разработана программа расчета потенциальной завихренности на изоэнтропических уровнях (потенциальной температуры). Используется траекторная модель, позволяющая с помощью обратных траекторий определить происхождение воздушных масс, приходящих в точку наблюдения.

Результаты анализа позволяют ускорить подготовку аналитических материалов и научных публикаций об особенностях циркуляции стратосферы Арктики и СТДВ в текущий (или недавно завершившийся) зимний сезон, а также могут быть использованы при планировании измерений (например, вертикального распределения озона) и анализе их результатов.

С использованием подготовленного пакета программ проанализирована циркуляция стратосферы и СТДВ в зимний сезон 2016/17 г., основные результаты в мае 2017 г. представлены для публикации в журнал «Метеорология и гидрология». Установлено, что хотя внезапное стратосферное потепление (ВСП) в конце января 2017 г. и не соответствовало критериям главного ВСП, оно привело к значительному потеплению стратосферы Арктики и замедлению зональной циркуляции стратосферы (которая так и не восстановилась до весенней перестройки), ослаблению стратосферного полярного вихря, что предотвратило сильное разрушение стратосферного озона в весенний период. Из-за ослабления зональной циркуляции внетропической стратосферы изменились условия распространения потоков волновой активности, началось их отражение в нижнюю стратосферу и тропосферу над Канадой. Это в свою очередь в начале февраля 2017 г. содействовало распространению в верхней тропосфере волновых цепочек на восток над Северной Атлантикой, усилению блокирующего антициклона над северо-западной Европой и похолоданию к юго-востоку от него.

1. *Kidston J., Scaife A., Hardiman S., Mitchell D., Butchart N., Baldwin M., Gray L.* Stratospheric influence on tropospheric jet streams, storm tracks and surface weather // *Nature Geoscience*. 2015. V. 8. P. 433–440.

2. *Варгин П.Н., Володин Е.М., Карпечко А.Ю., Погорельцев А.И.* О стратосферно-тропосферных взаимодействиях // *Вестник РАН*. 2015. Т. 85. № 1. С. 39–46.

## **Перспектива расширения объема режимно-справочной информации в условиях автоматизированной метеорологической сети**

*Гаврилова С.Ю., Коломеец Л.И.  
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

Современные запросы потребителей к метеорологической информации постоянно возрастают, поэтому становится необходимым расширять перечень метеорологических характеристик, увеличивать их точность, качество и дискретность представления данных.

В результате реализации проекта Росгидромет-1 практически на всей метеорологической сети Росгидромета функционируют автоматизированные метеорологические комплексы, содержащие датчики температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, параметров ветра, температуры подстилающей поверхности. В рамках продолжения модернизации метеорологической сети начата поставка современных приборов для измерения количества и интенсивности атмосферных осадков всех видов, метеорологической дальности видимости (МДВ), высоты нижней границы облаков (ВНГО), продолжительности солнечного сияния, суммарной радиации, высоты снежного покрова, температуры почвы на глубинах.

В настоящее время в ФГБУ «ГГО» разработаны алгоритмы автоматизированной обработки данных автоматических датчиков осадков, высоты снежного покрова, МДВ, ВНГО, продолжительности солнечного сияния, температуры почвы на глубинах. Получены критерии контроля качества данных на уровне месячных значений для весового осадкомера, разработаны алгоритмы восстановления пропусков оперативных данных. ФГБУ «ГГО» ведет работы по модернизации системы проведения пространственного контроля режимной метеорологической информации.

Расширение набора автоматически измеряемых параметров открывает новые возможности расширения объема режимно-справочной метеорологической информации. Так, внедрение на наблюдательной сети автоматического весового осадкомера OTT Pluvio<sup>2</sup>200 позволяет получать данные не только о полусуточной сумме атмосферных осадков, но и широкий перечень других востребованных потребителями метеорологических характеристик: количество выпавших осадков любого временного разрешения, интенсивность атмосферных осадков всех видов, время начала и окончания осадкообразующих явлений, продолжительность выпадения атмосферных осадков.

К настоящему времени назрела необходимость создания новой единой системы первичной обработки метеорологической информации, отвечающей современным требованиям в условиях модернизированной наблюдательной метеорологической сети. Новая система должна быть гибкой в отношении появления новых средств измерения, расширения состава метеорологических характеристик и метаданных станции, изменения сроков и программ наблюдений.

## **Интенсивность и частота снегопадов на территории РФ по материалам наблюдений на сетевых метеостанциях в 1960–2016 гг.**

*Голубев В.Н., Петрушина М.Н., Игнатов Р.А., Фролов Д.М.  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»*

Информация о частоте и интенсивности снегопадов необходима не только для оценки возможности неблагоприятных последствий для разных отраслей народного хозяйства: транспорта, МЧС и др., но и для изучения строения и свойств снежной толщи.

Снегопад понимается как выпадение твердых атмосферных осадков (снега) в течение некоторого периода времени (вплоть до одного или нескольких дней) с интенсивностью не менее 0,1 мм в сутки при отрицательной температуре окружающей среды, т.е. при условии сохранения выпавших осадков в твердом состоянии. Под интенсивностью снегопада понимается сумма осадков (характеризуемая через понятие водного эквивалента), выпавшая за время этого снегопада.

В работе использовалась описанная ранее авторами методика, в которой в частности предполагается, что образование различных слоев в снежной толще происходит в результате отдельных снегопадов (а также оттепелей, ветра и т.п.) и количество и водный эквивалент слоев соответствуют количеству и водному эквиваленту снегопадов. По описанной методике для зимнего сезона за период с 1960–2016 гг. по метеорологическим данным 45 метеостанций, расположенных на территории России (не менее двух в каждой из 19 климатических областей), установлены случаи снегопадов, а также их частота и средняя интенсивность для каждого зимнего сезона. Выявлено общее количество снегопадов и количество снегопадов определенной интенсивности (0,1–2,5, 2,5–5, 5–10, 10–20 и более 20 мм) в среднем за сезон на каждой метеостанции за рассматриваемый период 1960–2016 гг. Построены графики зависимости доли снегопадов из общего числа от их интенсивности для каждой из 45 метеостанций на территории России за усредненный за 56 зимних сезонов (1960/61–2015/16 гг.). Даны также аппроксимации этих значений степенной функцией. На основе этих графиков построены карты пространственного распределения коэффициентов аппроксимирующих функций, значений долей от общего числа снегопадов для отдельных определенных интенсивностей (0,1–2,5; 2,5–5; 5–10 мм/снегопад), а также абсолютных значений числа снегопадов с этими интенсивностями. На основе карт распределения числа снегопадов с этими определенными интенсивностями построены обобщенные стратиграфические разрезы и произведено сравнение с разрезами, построенными по данным натуральных наблюдений. Построенные карты позволили установить характер пространственного распределения доли снегопадов

определенной интенсивности по регионам. Сравнение построенных обобщенных стратиграфических разрезов с данными реальных наблюдений показало их схожесть.

Для распределения доли от общего числа снегопадов по интенсивности для Москвы и Якутска в зимние сезоны 1960/61 – 2015/16 гг. даны графики, где точками изображены части от общего числа снегопадов (в долях единицы) с соответствующей интенсивностью за усредненный сезон, а кривыми – аппроксимации этих значений степенной функцией  $n_i = aq_i^b$ . Установлено, что для Якутска кривая распределения более крутая, коэффициенты больше по абсолютному значению и присутствует много снегопадов с малой интенсивностью. Для Москвы же кривая более пологая, коэффициенты меньше по абсолютному значению и присутствует больше снегопадов с большей интенсивностью. На картах пространственного распределения коэффициентов  $a$  и  $b$  за усредненный зимний сезон прослеживается тенденция изменения от областей с ярко выраженным преобладанием снегопадов малой интенсивности в Центральной и Северо-Восточной Якутии (крутой ход кривой распределения, высокие по абсолютному значению коэффициенты) к областям с наличием интенсивных снегопадов (пологий ход кривой распределения, низкие по абсолютному значению коэффициенты) на юго-западе ЕТР и на побережьях Берингова, Охотского и Японского морей. Коэффициенты  $a$  и  $b$  связаны. Эта связь может быть выражена соотношением  $b = -1,86a + 0,516$ .

На картах пространственного распределения среднего числа (частоты) снегопадов определенной интенсивности за усредненный зимний сезон также прослеживается тенденция изменения от областей с ярко выраженным преобладанием снегопадов малой интенсивности (0,1–2,5 мм) в Центральной и Северо-Восточной Якутии (до 26 снегопадов за сезон) к областям с наличием средних снегопадов интенсивностью 2,5–5 мм (до 5–8 снегопадов за сезон) и интенсивностью 5–10 мм (до 4 снегопадов за сезон) на юго-западе ЕТР и на побережьях Берингова, Охотского и Японского морей. Так за усредненный зимний сезон 1960–2016 гг. общее количество снегопадов в Московском регионе составляет 26, при этом из них 16 снегопадов имеют интенсивность 0–2,5 мм, 7 снегопада – 2,5–5 мм и 2–3 снегопада имеют интенсивность 5–10 мм. Поэтому ожидается наблюдать в усредненном разрезе 2–3 слоя с водным эквивалентом 5–10 мм, до 7 слоев с водным эквивалентом 2,5–5 мм и до 16 слоев с водным эквивалентом 0,1–2,5 мм, которые либо сливаются с более крупными слоями, либо просто не видны. Похожая картина наблюдается в течение ряда зимних сезонов периода натуральных наблюдений в различных геосистемах г. Москвы.

## **Расчет изменений залива атлантических вод в Баренцево море с использованием рядов термохалинных данных на стандартных океанологических разрезах**

*Запорожцев И.Ф., Моисеев Д.В.*

*ФГБУН Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН*

Формирование залива атлантических вод в Баренцево море тесно связано с его ледниковой историей и является одним из основных факторов, влияющих на современный климат региона. На вековом разрезе «Кольский меридиан», проходящем по 33° 30' в.д. измерения начаты в 1900 г., прерывались в 1907–1920 и 1942–1944 гг., а с 1945 г. по настоящее время образуют почти непрерывный ряд. Ранее по данным нескольких экспедиций мы уже проводили оценку мощности залива атлантических вод на этом разрезе при помощи расчета площади сечения, ограниченного выбранной изотермой/изохалиной (Matishov G.G., Matishov D.G., Moiseev D.V. (2009) Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along Glacial Troughs. *Oceanologia* 51(3): P. 293–312).

В данной работе мы использовали имеющиеся в открытом доступе термохалинные данные для Кольского разреза за период 1970–2014 гг. (World Ocean Database, <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/dbsearch/dbsearch.html>). Для того чтобы оценить межгодовые изменения залива, данные для каждого года были разделены по 6 сезонам (предвесенье, весна, лето, осень, предзимье, зима) в соответствии с индексами атмосферной циркуляции по Дзердзеевскому (<http://atmospheric-circulation.ru/datas/>). Батиметрические данные для разреза в формате netCDF взяты с Интернет-портала GEBCO ([http://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](http://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/)).

Для гридирования первичных данных, генерации изолиний и визуализации вертикального распределения температуры и солености использовалась программа Surfer от Golden Software. Она была выбрана ввиду наличия встроенного редактора скриптов на языке VBA и функции определения площади полигонов. Площадь фигуры, ограниченной изолинией, дном и поверхностью, являлась целевой характеристикой и объектом автоматизации расчетов.

Предлагаемая технология автоматизированной обработки данных включает решение следующих задач: (1) получить файл батиметрии, сформировать точки вертикального профиля дна; (2) построить файл формата BLN, содержащий бланкирующий полигон (замкнутый профиль дна), используемый при восстановлении значений в узлах равномерной сетки; (3) получить архивные данные об экспедициях в формате CSV в окрестности разреза; (4) сгруппировать записи по годам и сезонам из CSV в виде файлов TXT, сделать визуализацию обеспеченности данными по сезонам, годам и глубинам; дальнейшие действия

выполняются отдельно для каждого сезона и года: (5) сформировать файл XLS с записями только о географических координатах, глубине и значении термохалинной характеристики (температуры или солёности) из построенного TXT; (6) создать грид-файл с результатами интерполяции в узлах равномерной сетки по данным из файла XLS с учетом бланкирующего многоугольника из BLN; (7) вычислить суммарную площадь фигур, ограниченных выбранной изолинией, профилем дна и поверхностью по данным из GRD.

Для решения перечисленных задач используются следующие средства программирования: среда Matlab (1–2), язык Java и среда Eclipse (4–5), язык VBA и среда Surfer Scripter (6–7).

Пользователю предлагается выполнить спецификацию следующих параметров вычислительного процесса: (1) файл батиметрии и координаты прямоугольника, ограничивающего разрез (фактически задать коридор, позволяющий учитывать станции не только на разрезе, но и в окрестности точек разреза); (2) способ формирования вертикального профиля дна (батиметрия строго по разрезу или с учетом окрестности); (3) временной промежуток (годы) и сезоны; (4) изотерма или изохалина; (5) числовой критерий обеспеченности данными сезона конкретного года; (6) числовой критерий относительно высокой и относительно низкой степени доверия данным, если свойство обеспеченности выполнено. Выходные данные представляют собой изображения, иллюстрирующие обеспеченность данными по сезонам/годам/глубине, и гистограммы, показывающие распределение целевой характеристики (площади сечения, ограниченного выбранной изотермой/изохалиной) в зависимости от года и сезона.

По результатам вычислительных экспериментов в рамках разработанной технологии для разреза «Кольский меридиан» можно выделить несколько циклов изменения заточа атлантических вод в Баренцево море с запада. Для создания более полной картины циклических изменений заточа, в т.ч. с севера, запланирован ряд вычислительных экспериментов для других разрезов Баренцева моря.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-14-01268).



## **Мониторинг продолжительности солнечного сияния на территории России**

*Клещенко Л.К.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Создание в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» архива суммарной за месяц продолжительности солнечного сияния (ПСС) на технических носителях делает возможным проведение климатических исследований по данным о ПСС, а доступность телеграмм «КЛИМАТ», содержащих информацию о ПСС за прошедший месяц, позволяет приступить к мониторингу этого параметра на территории Российской Федерации. В докладе рассматривается задача представления данных о ПСС в бюллетене, который подготавливается в отделе климатологии и размещается на сайте ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Бюллетень выпускается один раз в год и содержит данные с месячным, сезонным и годовым разрешением.

Рассматривается структура раздела бюллетеня, связанного с ПСС, и его содержание (приводится перечень таблиц и рисунков). Предлагаемые для включения в бюллетень материалы позволят получать довольно полное представление об особенностях режима солнечного сияния на территории РФ в прошедшем году, а также об основных тенденциях многолетних изменений ПСС.

Приводятся результаты обработки данных ПСС за 2016 г. Наиболее интересные выводы, полученные на основе их анализа, связаны с экстремальностью региональных оценок. При этом, что средняя за год продолжительность солнечного сияния для России была близка к норме (относительная аномалия составила 102 %), в Уральском и Сибирском Федеральных округах в летний сезон 2016 г. она оказалась наибольшей, а в центре ЕЧР в осенний сезон – наименьшей с 1961 года.

Полученные оценки параметров линейного тренда позволяют сделать заключение, что, несмотря на имеющиеся различия в региональных и сезонных оценках, преобладающей тенденцией на территории РФ является рост продолжительности солнечного сияния. Во все сезоны, за исключением осени, в период 1976–2016 гг. положительный тренд является статистически значимым на уровне  $\alpha < 0,01$ . В среднем за год он составляет 1,2 %/10 лет при вкладе в суммарную дисперсию 31 %. В последнее тридцатилетие (1987–2016 гг.) изменения суммарной продолжительности солнечного сияния в среднем по ЕЧР в осенний сезон, а по АЧР в летний сезон характеризуются слабым отрицательным трендом.

## **Радиозондовые данные высокого вертикального разрешения и их сравнение с данными в коде КН 04**

*Козлова Л.Ф., Колесников Е.В., Николаев Д.А., Хохлова А.В.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

В течение нескольких последних лет в результате модернизации российской аэрологической сети на российских аэрологических станциях производятся измерения высокого вертикального разрешения (ВВР). Эти наблюдения отличаются от традиционных значительно большим числом уровней, на которых производятся измерения, и наличием пространственно-временных координат для каждого уровня. Это позволяет более детально исследовать структуру атмосферы, в частности такие характеристики, как сдвиги ветра, высоту и температуру нижней границы тропопаузы и нулевой изотермы, температурные инверсии и другие.

До перехода российской аэрологической сети на передачу в таблично-ориентированных кодовых формах данные высокого вертикального разрешения российских станций в неоперативном режиме поступали в Центральную аэрологическую обсерваторию, откуда они ежегодно передавались в ЕГФД во ВНИИГМИ-МЦД. В настоящее время в фонд сданы данные ВВР за 7 лет. Данные представляют собой набор файлов для каждого зондирования, при этом состав и формат файлов различны для разных наблюдательных систем. Представляется целесообразным записать их в единообразном формате, удобном для дальнейшей работы. Эти работы начаты в отделе, и в настоящее время часть данных записана в более пригодном для работы виде. В работах участвовали сотрудники отдела аэрологии и ЦГМД.

Представлены измеренные и расчетные характеристики атмосферы, полученные из данных высокого вертикального разрешения, в сравнении с аналогичными характеристиками, полученными из традиционных данных в коде КН 04.

## **Многолетняя изменчивость характеристик тропопаузы средних широт Северного полушария**

*Козлова Л.Ф., Стерин А.М.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Тропопауза – важная часть свободной атмосферы, которая отвечает за процессы обмена между стратосферой и тропосферой по вертикали и многие другие метеорологические и геофизические процессы в атмосфере. Точная информация о характеристиках тропопаузы и ее многолетних изменениях требуется для решения многих научных и прикладных задач. По многолетним изменениям характеристик тропопаузы можно судить о глобальных климатических изменениях. К настоящему моменту одним из основных источников данных о тропопаузе продолжают оставаться радиозондовые данные.

Настоящая работа основана на использовании массива АЭРОСТАС, содержащего текущие проконтролированные данные радиозондовых наблюдений, собираемые в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» по глобальной сети станций. Выполнены расчеты годового хода климатических характеристик тропопаузы (температуры, высоты, давления на нижней границе) для группы длиннорядных станций средних широт Северного полушария, расположенных на территории РФ. Минимумы температуры тропопаузы фиксировались в январе-феврале, максимумы – в июле. Максимум высоты тропопаузы наблюдался в середине лета, минимум – в холодный период. Полученные картины годового хода высоты и температуры тропопаузы весьма типичны для умеренной зоны, где наблюдается только полярная тропопауза.

Рассчитаны традиционные и порядковые статистики метеовеличин на уровне нижней границы тропопаузы. Было определено, что в среднем по всем исследуемым станциям территории РФ тропопауза наблюдалась на высоте 8–12 км в 70–80 % случаев и более. Наибольшее число случаев высокой тропопаузы (свыше 10 км) и, соответственно, холодной, было отмечено для станции Омск. В большинстве случаев значения давления на уровне тропопаузы по всем станциям укладывались в диапазон 400–200 гПа, значения температуры тропопаузы варьируются в диапазоне от -50 до -70 °С для большинства исследуемых станций. Наибольшее число случаев теплой тропопаузы (свыше -40 °С) и, соответственно, низкой, наблюдалось на станции Южно-Сахалинск.

За исследуемый период не было обнаружено устойчивого изменения температуры или высоты нижней границы тропопаузы (полярной). Результаты расчетов приводятся и обсуждаются.

## **Анализ циркуляции атмосферы Северного полушария с 1899 г. и создание сайта [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru)**

*Кононова Н.К.*  
*ФГБУН Институт географии РАН*

В 1946 г. Б.Л. Дзерdzeевский, В.М. Курганская и З.М. Витвицкая разработали типизацию циркуляции атмосферы Северного полушария, которая включает 41 элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ) и 6 циркуляционных сезонов: предвесенье, весна, лето, осень, предзимье, зима. Типизация была разработана по приземным синоптическим картам, позднее был подключен анализ высотных карт. Был опубликован Календарь последовательной смены ЭЦМ, в котором определены даты смены одного ЭЦМ другим, и в каждом году определены границы циркуляционных сезонов.

К настоящему времени типизация охватывает период 1899–2016 гг. и содержит Календарь последовательной смены ЭЦМ по периодам и по дням, ежемесячную и ежегодную продолжительность ЭЦМ и групп ЭЦМ для Северного полушария в целом и для его секторов, ежегодные границы и продолжительность циркуляционных сезонов, а также графики смены циркуляционных эпох.

Для того чтобы весь массив данных был доступен каждому метеорологу, создан сайт «Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века» ([www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru)), на котором в открытом доступе размещен весь указанный материал.

В рубрике «О сайте» даны общие сведения о типизации.

В рубрике «Основы типизации» помещено описание всех типов циркуляции (элементарных циркуляционных механизмов, ЭЦМ), приведены динамические схемы каждого ЭЦМ и графики изменения их внутригодовой и многолетней продолжительности.

В рубрике «Данные» помещены основные материалы, наработанные за 71 год с момента создания типизации:

- Календарь последовательной смены ЭЦМ за 1899–2016 гг.;
- ЕСMdur1-таблицы суммарной продолжительности каждого ЭЦМ по месяцам и за год за весь исследуемый период, а также таблицы продолжительности групп ЭЦМ для Северного полушария в целом (зональной, нарушения зональности, меридиональной северной и меридиональной южной);
- ЕСMdur2-таблицы суммарной продолжительности групп циркуляции для Атлантического, Европейского, Сибирского, Дальневосточного, Тихоокеанского и Американского секторов Северного полушария за тот же период;

- графики смены циркуляционных эпох на Северном полушарии в целом и в его секторах;

- таблицы ежегодных дат начала циркуляционных сезонов (предвесенья, весны, лета, осени, предзимья и зимы) и их продолжительности.

Данные пополняются ежегодно.

В рубрике «Статьи» приводятся в сканированном виде или в формате pdf статьи, вышедшие по-русски и по-английски, по годам издания.

В рубрике «Библиография» приведен список работ, относящихся к созданию типизации, ее развитию и применению в смежных областях науки с 1945 г. по настоящее время (на сегодняшний день – 777 работ). Работы размещены по годам издания.

В рубрике «Персоналии» указаны лица, которые в последние годы принимали участие в составлении Календаря последовательной смены ЭЦМ.

В мае 2016 г. в Институте географии РАН была проведена международная конференция на тему «Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы». В ней приняли участие научные работники из Болгарии, Германии, Казахстана, Литвы, России, Словении, Украины. Работа конференции проходила по четырем направлениям:

I – Общая циркуляция атмосферы и колебания климата;

II – Циркуляция атмосферы, колебания климата и опасные природные процессы в горных регионах;

III – Циркуляция атмосферы и метеорологические экстремумы;

IV – Региональные типизации циркуляции атмосферы.

На сайте размещены программа конференции, тезисы докладов, презентации, а также видеодоклады тех, кто не смог приехать на конференцию. На сайте размещен также Сборник трудов конференции, состоящий из 50 4-страничных статей всех участников конференции, прошедший регистрацию в РИНЦ.

## **Анализ изменчивости режима влажности в арктических районах России за последнее десятилетие**

*Кузнецова В.Н., Швець Н.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Проведен анализ изменений месячных значений парциального давления по данным 1300 станций в пределах выделенных на территории Российской Федерации квазиоднородных климатических районов за период с 1939 по 2016 год. Получены годовые и сезонные коэффициенты линейного тренда. Отдельно рассмотрена тенденция изменения влажности за период с 2007 по 2016 год.

Показана прямая зависимость изменений влажности воздуха и температуры.

Предпринята попытка исследования взаимосвязи между увеличением влажности в полярных районах России и уменьшением площади морских льдов Северного Ледовитого океана в последнее десятилетие.

## **Мониторинг климатических параметров температуры и ветра в свободной атмосфере: методики и технологии**

*Лавров А.С., Стерин А.М., Хохлова А.В.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Системы мониторинга различных параметров климатической системы существуют в различных международных организациях, агентствах и крупных центрах. Основное внимание при этом уделяется мониторингу характеристик приземного климата, прежде всего температуре воздуха, облачности, осадкам, засухам. Вместе с тем свободная атмосфера является не менее важной частью климатической системы, и мониторинг ее параметров также представляет собой актуальную задачу. Результаты оценки состояния и изменений существенных параметров климата атмосферы отражаются в оценочных докладах МГЭИК. В выпускаемых Росгидрометом ежегодных докладах об особенностях климата предусмотрены разделы, касающиеся оценок для температуры и ветра в свободной атмосфере. Подготовка материалов и написание этих разделов осуществляется в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», где на протяжении многих лет ведутся исследования температурного и ветрового режимов тропосферы и нижней стратосферы.

К настоящему времени разработана методика мониторинга температуры свободной атмосферы над Северным полушарием, а также пробная версия методики мониторинга режима ветра в свободной атмосфере над территорией Российской Федерации. В докладе приведено описание методики и технологии мониторинга климатических параметров температуры и ветра в свободной атмосфере. Технология представляет собой комплекс, состоящий из массивов радиозондовых данных, собираемых, архивируемых и обрабатываемых в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», и пакета разработанных программных средств для обработки и представления результатов. Мониторинг режима температуры свободной атмосферы осуществляется в Северном полушарии по данным около 700 станций. Мониторинг ветра в свободной атмосфере осуществляется над территорией Российской Федерации по данным около 100 станций. Результаты мониторинга публикуются в ежегодном докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации. Приведены результаты анализа особенностей климатических параметров температуры и ветра в свободной атмосфере за первую половину 2017 года.

## **Климатические характеристики струйных течений Северного полушария**

*Лавров А.С., Хохлова А.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

По данным аэрологических станций Северного полушария за период 1985–2014 гг. получен массив статистических характеристик тропосферных струйных течений. Тропосферное струйное течение в каждом отдельном зондировании идентифицировалось при наличии в вертикальном профиле скорости ветра не менее 28 м/с (примерно 100 км/ч) на высоте в пределах от 5 до 16 км и при наличии вертикальных сдвигов не менее 5 м/с на 1 км. Горизонтальные сдвиги ветра при этом не анализировались.

В состав климатических характеристик входят следующие величины, осредненные за каждый месяц каждого года для каждой станции: геопотенциальная высота и давление на уровне максимального ветра, вертикальная мощность слоя, занятого струйным течением, средняя в слое скорость и ее компоненты, максимальная в слое скорость (одно значение за месяц), повторяемость. Общее количество станций составило от 400 до 450 для разных сезонов, при этом, поскольку подавляющее большинство станций расположено на суше, атмосфера над акваториями освещена достаточно скудно. Повторяемость струйных течений определялась как отношение количества случаев наличия струйного течения к общему количеству зондирований за данный месяц. Вертикальная мощность оценивалась как вертикальная протяженность слоя, в котором скорость ветра на всех имеющихся уровнях была не менее 28 м/с. Средняя скорость в слое определялась как среднее за месяц значение осредненных по слою скоростей ветра и его компонент. Среднее направление в слое определялось через средние в слое компоненты скорости ветра.

Созданный массив характеристик струйных течений позволяет не только оценить их многолетние климатические закономерности, но и рассмотреть особенности каждого отдельного года из всего периода наблюдений, а также годовой ход и межгодовую изменчивость для отдельных станций. Анализ полученных результатов показал наличие областей как положительных, так и отрицательных трендов характеристик струйных течений в зависимости от их географического расположения, а также месячные и сезонные изменения величин трендов, вплоть до изменения знака. Согласно предварительным выводам, максимальные положительные тренды средних скоростей струйных течений наблюдаются на 10–15 градусов западнее регионов максимальных средних скоростей.



## **Термический и динамический режим полярной мезосферы по данным метеорных радаров**

*Лукьянова Р.Ю.*  
*ФГБУН Геофизический центр РАН*

Получение информации о параметрах атмосферы (плотность, температура, скорость ветра) на высотах 80–100 км является достаточно сложной задачей, поскольку эта область доступна для весьма ограниченного набора инструментов. Данные могут быть получены с помощью спутникового, лидарного или ракетного зондирования. Такие наблюдения имеют фрагментарный характер, так как спутники пролетают над определенной территорией не чаще двух раз в сутки, мезосферные высоты находятся на верхнем пределе лидарного зондирования, а ракетные пуски единичны. В то же время потребность в знании параметров мезосферы возрастает в связи с освоением ближнего космоса, необходимостью оценки торможения спутников и других летательных аппаратов, изучением стратосферно-мезосферного взаимодействия, условий появления полярных высотных облаков с большой отражающей способностью и определением общих климатических трендов.

В последнее десятилетие постоянно расширяется сеть метеорных радаров (МР), которые могут служить эффективным средством мониторинга верхних слоев средней атмосферы. Серийные МР имеют программное обеспечение, позволяющее в автоматическом режиме исходя из измеренных характеристик метеорных следов рассчитывать скорость ветра и температуру на высотах 80–100 км. В настоящее время несколько радаров функционируют в северной и южной полярных областях.

Представлены результаты 8-летних непрерывных измерений температурных и ветровых полей в полярной мезосфере с помощью МР SKiYMET (36,9 МГц) в обл. Соданкюля (67N). Климатология температуры, средних зональных и меридиональных ветров, построенная на основе наблюдений, имеет сезонную вариацию, которая выделяется на фоне значительной изменчивости параметров, особенно в зимний период. Зимой средний зональный ветер направлен на восток, а летом – на запад на больших высотах и на восток на меньших высотах. Сдвиг ветра (до 60 м/с) наблюдается на высоте ~90 км. Зимний меридиональный ветер направлен к полюсу, а летний – к экватору. Максимум скорости ветра (15 м/с) находится на высоте около 85 км. В периодических вариациях ветра доминирует полусуточный прилив (до 40 м/с). Амплитуда годового изменения температуры составляет около 100 К (100 К летом и 200 К зимой). На фоне сезонных вариаций температуры и ветра выделяются сигналы внезапных стратосферных потеплений (ВСП) в мезосфере. Большие ВСП сопровождаются похолоданием на мезосферных высотах, углублением температурной

инверсии в районе мезопаузы, а также ветровыми сдвигами и разворотом среднего ветра. Мезосферные эффекты ВСП проявляются при низкой солнечной активности. Во время ВСП ветровой сдвиг в области мезопаузы способствует генерации атмосферных гравитационных волн (АГВ), а изменение направления среднего ветра – их проникновению в вышележащую ионосферу. В то же время на высотах ионосферного F-слоя наблюдается резкое затухание амплитуды АГВ, что свидетельствует об усилении турбулентных процессов.

Анализ результатов наблюдений показывает, что высоты максимума метеорных следов в целом соответствуют линиям постоянной плотности атмосферы. Это позволяет осуществлять непрерывный мониторинг плотности воздуха в диапазоне высот 80–100 км наземными методами. Однако для корректной интерпретации данных о температуре и плотности, полученных с помощью МР в высокоширотной мезосфере, необходимо учитывать свойства специфических метеорных потоков, которые отличаются от постоянно присутствующих «спорадических» метеоров, а также отражения от пульсирующих полярных сияний.

## **Оценка степени проявления неблагоприятных и опасных природных явлений на территории Республики Молдова**

*Млявая Г.В.*

*Институт экологии и географии Академии наук Республики Молдова*

Специфическая территориальная особенность, а именно, вытянутость Республики Молдова в меридиональном направлении, обуславливает значительное разнообразие синоптических процессов и климатических условий, что способствует частому образованию стихийных природных явлений. В этой связи исследование повторяемости, продолжительности, интенсивности и других показателей природных рисков на территории республики является задачей первостепенной важности. Для оценки наблюдаемых и ожидаемых изменений климата, выражающихся в проявлении неблагоприятных и опасных природных явлений, применялся вероятностно-географический метод, включающий элементы математической статистики, а также методы геоинформационных систем (ГИС). Программно-аппаратный комплекс ГИС-технологий позволил расширить возможности использования географической информации, начиная от сбора, проверки, хранения данных до анализа и визуализации пространственной информации, которая является неотъемлемой частью географического исследования. Материалом для исследования послужили фактические данные Министерства внутренних дел и Службы гражданской защиты и чрезвычайных ситуаций Республики Молдова о произошедших чрезвычайных ситуациях (ЧС), вызванных различными опасными природными явлениями (ОЯ) за период 2000–2016 гг.

Исследования хронологических рядов с использованием методов математической статистики показали, что на территории республики выделяются 24 вида ОЯ, вызывающих чрезвычайные ситуации различного масштаба и создающих социальную, экологическую и экономическую опасность. За исследуемый период суммарное количество неблагоприятных природных явлений составило 166, что вызвало 1070 чрезвычайных ситуаций. Для установления закономерностей пространственно-временного распределения опасных явлений были исследованы тренды изменения их внутригодовой повторяемости. Выявлено, что в 2000–2010 гг. их число составляло 7–13, в 2011–2016 – от 7 до 10 ОЯ.

Тренд временной изменчивости количества чрезвычайных ситуаций, в отличие от тренда опасных явлений, показал тенденцию их увеличения. Число ЧС за 2000–2016 гг. варьирует от 25 до 166. Максимальное число (166 ЧС) выявлено в 2013 году, что обусловлено большим количеством таких неблагоприятных явлений, как сильные ливни (34 ЧС), сильные ливни с градом (55 ЧС), град (37 ЧС).

На основе комплексного мониторинга рисков установлено, что среди опасных явлений по количеству вызываемых чрезвычайных ситуаций преобладают явления конвективного происхождения: град – 244 ЧС, ливневые дожди с градом – 240 ЧС, ливни – 173 ЧС, ливни с сильным ветром и градом – 112 ЧС, ливни с сильным ветром – 67 ЧС. Среди опасных явлений бароградиентного генезиса отмечено: 60 ЧС – от воздействия сильного ветра, 44 ЧС – от шквалов, 26 ЧС – от смерчей, 21 ЧС – бури со штормовым ветром и молнией, 10 ЧС – метели. Среди неблагоприятных гидрологических и гидрогеологических явлений выделяются наводнения – 17 ЧС, оползни – 10 ЧС, половодье – 2 ЧС, повышенный уровень грунтовых вод – 6 ЧС.

Из группы опасных явлений, возникающих в основном в зимний период, выделяются: заморозки – 14 ЧС и гололед – 7 ЧС. Сильные морозы наблюдались всего один раз за исследуемый период (в 2006 г.), а сильные снегопады и гололедно-изморозевые отложения – по пять раз. В теплый период года наибольшую опасность представляют: засуха – 8 ЧС, пожары хлебных массивов – 3 ЧС, сильная жара – 1 ЧС.

Основой управления риском является определение экономического ущерба, создаваемого опасным событием. При оценке зафиксированных материальных потерь выявлено, что за исследуемый период суммарный материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций составил 8771,028 млн леев. Детальный анализ позволил выявить годы, когда экономике республики был причинен экстремальный ущерб: 2000 г. – 2742,3 млн леев, 2007 г. – 1236,9 млн леев, 2012 г. – 1599,9 млн леев. Наиболее значительный экономический урон в размере 4612,9 млн леев нанесли засухи, наблюдавшиеся в 2000, 2002, 2007, 2012, 2015 гг., хотя из общего числа чрезвычайных ситуаций они составили 0,7 %. Также по величине прямого экономического ущерба выделяются ливни с сильным ветром и градом – 985,7 млн леев и ливни с градом – 935,3 млн леев. Максимальные человеческие потери связаны с сильными морозами – 37 погибших, бурями с сильным ветром и молнией – 20 погибших, ливнями с сильным ветром и градом – 8 погибших. Сопоставляя полученные данные, можно отметить, что рост чрезвычайных ситуаций, отмеченный с 2010 года, не обусловлен увеличением количества опасных природных явлений.

Полученные данные могут использоваться пользователями гидрометеорологической информацией в выработке конкретных рекомендаций в принятии правильных решений для минимизации потерь от чрезвычайных ситуаций природного характера.

## **Специализированные массивы данных определенных характеристик увлажнения по юго-востоку Западной Сибири как информационная база для изучения региональных климатических изменений**

*Немировская Л.Г.*

*ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»*

Создание специализированных баз климатических данных для регионов необходимо и важно для изучения региональных особенностей климатических изменений, проведения работ по адаптации к изменению климата, для рационального использования природных ресурсов в развитии экономики регионов, уменьшения ущерба, наносимого неблагоприятными гидрометусловиями. Несмотря на то, что данные Государственного фонда ВНИИГМИ-МЦД могут быть использованы для решения ряда научных и прикладных задач (зачастую существенного масштаба), создание для регионов банков климатических данных необходимо и является информационной базой для изучения региональных особенностей климатических изменений, учитывая, что Россия отличается разнообразием природных, климатических, экономических условий и т.д., требующих исследований на примере конкретных регионов.

Указанные банки данных зачастую имеют значение, выходящее за рамки выполняющегося исследования.

В СибНИГМИ с 2007 года выполняются исследования по изучению региональных проявлений изменения климата на примере оценки условий увлажнения – вначале для Уральского региона, а затем по настоящее время – для юго-востока Западной Сибири. Одно из главных концептуальных положений – выбор параметра – непрерывные периоды отсутствия и наличия осадков, обусловленное тем, что сохранение метеоусловий в течение определенного промежутка времени (как отмечено в ряде исследований) является важной предпосылкой к возникновению неблагоприятных гидрометусловий. В 2014–2016 гг. исследование продолжено в рамках тематики под эгидой ВНИИГМИ-МЦД «Специализированные базы климатических данных для исследования климата и его изменений, оценка изменения режима увлажнения на территории России (для юго-востока Западной Сибири)» с учетом новых климатических рядов по 2015 год, также на основе применения нескольких критериев периодов увлажнения – от близкого к стандартам «Климсправочника», названного в работе «обобщенный» (нижний предел осадков 0,1 мм) до показателей, рекомендованных МГЭИК. Созданы в первую очередь (для последующей оценки изменчивости режима увлажнения) банки данных периодов, определенных по «обобщенному» критерию, при этом в двух вариантах. Первый – для периодов,

определенных за весь имевшийся (при выполнении работы) ряд наблюдений. Макет их включает (для изучения в последующем условий их формирования) сопутствующие им метеопараметры, осредненные за каждый период. Указанные «Календари» созданы для четырёх областей ЗСУГМС, для нескольких пороговых значений длительности периодов: от 1 дня и до  $\geq 2$ ,  $\geq 3$ ,  $\geq 4$ ,  $\geq 5$  дней, учитывая внимание к экстремальным, климатическим процессам. Второй вариант – банки данных («Календари...») по обновленному макету с расширенным составом характеристик сопутствующих метеоусловий, где включены также и данные об осредненных за период атмосферном давлении и среднесуточной относительной влажности, с 1977 г. и 1985 г. соответственно, учитывая наличие данных в «историческом архиве ЗСРВЦ (табл.).

Таблица 1 – Специализированные массивы данных периодов отсутствия осадков с расширенным составом сопутствующих метеопараметров. Фрагмент

НАЗВАНИЕ СТАНЦИИ	ДАТА			Длит. периодов (ДНИ)	Температура воздуха		Относительная влажность		Скорость ветра		Давление на уровне моря (МБ)
	год	начало	конец		сред.	МАХ	сред.	МИН	сред.	МАХ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТОМСК	2015	1.04	10.04	10	2,6	9,1	39,3	60,2	0,8	5,2	1029,1

Созданы впервые для данного региона специализированные массивы площадных характеристик (дат одновременного охвата изучаемым явлением определенного количества станций) на основе специально разработанного «поэтапного» алгоритма (названного так в работе), которые информативны и удобны для изучения определенных «экстремальных» условий увлажнения, и определяющих их атмосферных процессов (пример в табл. 2).

Таблица 2 – Каталоги «дождливых» периодов при условии охвата ими числа метеостанций в % от их количества для каждой части территории. Фрагмент

НАЗВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ	год	ОХВАТ ЧИСЛА СТАНЦИЙ (в %)							
		$\geq 50$		$\geq 60$		$\geq 75$		$\geq 85$	
		дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Новосибирская область	2015	27.04–29.04	3	27.04–28.04	2	10.05–11.05	2	10.05–11.05	2

Все рассмотренные варианты «Специализированных массивов данных» представлены в двух форматах («Excel» и «Word») на сайте СибНИГМИ (<http://sibnigmi.ru>) в разделе «Продукция» и уже использованы в некоторых исследованиях.

Созданные «Специализированные массивы данных» явились основой для уточнения полученных ранее результатов оценки определенных условий увлажнения. Рассчитаны статистические параметры распределения периодов, среднемноголетние пространственно-временные характеристики с различным режимом осадков в разные сезоны, вклад по месяцам в общую повторяемость периодов разной длительности и др., содержащие информацию о вероятностно-климатологической оценке возможного наличия периодов, а также тенденции межгодовых изменений характеристик изучаемых периодов – по нескольким индикаторным параметрам, в том числе и за последнее 30-летие, по станциям и осредненно по региону и его областям.

Наряду с «обобщенным» критерием применены с учетом данных по 2015 год индексы, рекомендованные МГЭИК: индекс «сухих» периодов CDD и индекс значительных осадков R10. Созданы их банки данных, рассчитаны показатели пространственно-временной и межгодовой изменчивости разного масштаба осреднения. Результаты всех «оценочных» расчетов и полученных при этом банков данных должны быть размещены на сайте СибНИГМИ.

Созданные банки данных рассмотренных параметров увлажнения, не имеющие аналогов для данного региона и полученные по ним показатели оценки изменчивости их характеристик, имеют научно-методическое (для использования в ряде других разработок) и прикладное значение и позволяют уточнить: а) региональные особенности проявлений изменения одной из характеристик климата (режима увлажнения), б) обеспеченность влагоресурсами – для улучшения гидрометобеспечения экономики и областей исследований.

## **Результаты сравнения информации об интенсивности и продолжительности осадков по данным модели COSMO-RU02 и наблюдениям в центре мегаполиса Москва**

*Окшина Ю.Н., Горлач И.А.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Информация об интенсивности и продолжительности осадков имеет большую ценность и практическую востребованность. Изменчивость осадков затрудняет оценку фактических значений. Решение этой задачи без качественных данных с хорошим пространственным и временным разрешением невозможно. Для этих целей наиболее подходят дистанционные автоматизированные средства измерений, осуществляющие непрерывный мониторинг получения информации об осадках.

В настоящее время в большинстве технически развитых стран широко используются радиолокационные локальные регистраторы (РЛР) осадков, входящие в состав средств измерений на локальных автоматических станциях. РЛР производят регулярные измерения интенсивности, продолжительности, типа и количества осадков. Имеются архивы и опыт измерений.

В нашей стране сеть локальных автоматических станций охватывает небольшие площади, РЛР установлены пока в экспериментальном режиме. Для более полного описания сложного распределения осадков нами была предпринята попытка использования больших объемов прогностических ежечасных данных об интенсивности и продолжительности осадков мезомасштабной гидродинамической модели COSMO-RU02. Модель имеет пространственную дискретность 2,2 км в отличие от сетевых станций наблюдений. Применение прогностической информации при оперативном использовании, полученной на основе работы мезомасштабных негидростатических моделей, существенно расширяет возможность заблаговременно оценить и предупредить ситуации с осадками, аномально катастрофическими случаями и ОЯ.

Цель настоящей работы – комплексное сравнение выходных данных об осадках модели COSMO-RU02 различной заблаговременности, данных измерений метеорологических станций и автоматической станции нового поколения (станция немецкой фирмы «LUFFT»). Областью верификации модели выбрана территория центра мегаполиса (г. Москва). Оценка достоверности модельных данных по интенсивности и продолжительности осадков проводилась на основе данных высокочастотной автоматизированной информации об осадках, производимых 24 ГГц доплеровским радаром R2S-UMB. Автоматическая станция установлена в районе Киевского вокзала г. Москвы (АМС-КИ).



На основе текущей (с января по июнь 2017 г.) высокочастотной автоматизированной информации АМС-КИ из 259 200 минутных наблюдений рассмотрены детально шесть аномальных случаев с продолжительностью осадков более шести часов в течение календарных суток и два случая – с кратковременными осадками, сопровождаемыми шквалистыми усилениями ветра более 25 м/с. Сравнительный анализ выбранной информации, как с точки зрения наблюдений, так и с точки зрения прогноза показал, что в большинстве случаев информация модели COSMO-RU02 хорошо согласуется с фактами наличия и отсутствия осадков и позволяет определить градации интенсивности осадков (мм/ч).

Оправдываемость прогноза суммарного количества осадков в целом за календарные сутки для выбранных случаев оказалась наилучшей для заблаговременности 42 ч (81 %), в среднем для заблаговременностей 36, 30 и 24 ч оправдываемость прогноза суточного количества осадков – около 66 %. Оправдываемость факта наличия осадков составляет 79 %. Факт отсутствия осадков для аномальных случаев лучше всего оправдывается в теплый период года. Точность прогнозов ежечасной интенсивности осадков оценена средней и абсолютной ошибками. Средняя ошибка в среднем за сутки составила – 0,2 мм/ч, а абсолютная ошибка – 0,5 мм/ч.

Поскольку станция АМС-КИ экспериментальная и не входит в состав наблюдательной сети Росгидромета, предварительно была выполнена работа по сравнению и изучению корреляционных связей экспериментальных данных об осадках с данными метеорологических наблюдений за осадками на реперной станции ВДНХ и станции Балчуг, ближайшей к центру города и Киевскому вокзалу. Статистические оценки климата (на основе суточных сумм осадков за период осреднения 2014–2017 гг.) показали значимые коэффициенты корреляции – 0,84–0,95. Абсолютное отклонение значений измеренного количества суточной суммы осадков на трех станциях составило 2–23 мм.

Следует отметить, что измерения с помощью РЛР на АМС-КИ существенно более полные (дискретность измерений – 1 мин) и дают возможность оценивать выходные данные мезомасштабных моделей об интенсивности и продолжительности осадков, что невозможно по сетевым стандартным наблюдениям.

## **Оперативный гидродинамико-статистический прогноз шквалов, смерчей и сильных летних полусуточных осадков для территории ЕТР и Сибири и технология представления прогнозов заблаговременностью 12, 24, 36, 48 ч в виде карт прогнозов**

*Переходцева Э.В., Алферов Ю.В., Недачина А.В., Золин Л.В.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Статистические модели прогноза и гидродинамико-статистический прогноз «Прогнозирование летних неблагоприятных и опасных явлений, связанных с активной конвекцией» до настоящего времени является одной из актуальных задач синоптической практики, так как используемые эмпирические и расчетные методы прогноза шквалов, смерчей и сильных ливневых осадков в значительной мере субъективны и не достаточно успешны. В последние десятилетия успешно развивались с использованием байесовского подхода статистические модели их прогноза, на основе которых были созданы объективные и полностью автоматизированные методы прогноза сильных шквалов и сильных осадков с использованием выходной продукции гидродинамических моделей Гидрометцентра России.

Гидродинамический краткосрочный прогноз сильных шквалов с  $V \geq 25$  м/с и сильных полусуточных осадков количеством  $Q \geq 15$  мм/12 ч является пока недостаточно успешным. Предупрежденность этих опасных явлений при прогнозе по Европейской части России даже на текущий день составляет от 5 до 20 %. По оценкам прогноза по станциям ЕТР, полученным А.Н. Багровым, методы прогноза на текущий день сильных шквалов и осадков оказались наиболее успешными и были рекомендованы ЦМКП Росгидромета для использования в оперативной практике. Далее в той же лаборатории независимых испытаний в течение теплых сезонов 2012–2015 гг. проводились независимые испытания шквалов и порывов опасного ветра скоростью 25 м/с и более с допуском скорости  $V = 22$  м/с, так как при синоптическом прогнозе прогноз опасного ветра считается оправдавшимся, если была отмечена фактическая скорость ветра около 22 м/с. Оценки предупрежденности явлений и предупрежденности их отсутствия оказались существенно выше аналогичных оценок синоптического и гидродинамического прогноза, а оценки прогноза на следующий день с заблаговременностью 36 ч практически совпадали с оценками прогноза на текущий день. В общем по всем годам и заблаговременности 12 и 36 ч критерий Пирси–Обухова  $T = 1 - a - b$  ( $a$  – ошибка первого рода,  $b$  – ошибка второго рода) составил  $T = 0,54 - 0,607$ , что является достаточно высокой оценкой такого жесткого автоматизированного прогноза и превышает аналогичные прогнозы по всем моделям.

Технология представления прогнозов сильных летних ветров и осадков двух градаций в виде цветных карт прогноза и их передача на ftp-сервер ГВЦ.

В статистических моделях прогноза сильных летних шквалов и сильных полусуточных осадков для двух градаций каждого из этих явлений на архивах данных объективного анализа по определенным алгоритмам были рассчитаны соответствующие дискриминантные функции разделения наличия конкретных явлений и их отсутствия. При этом в качестве значений предикторов использовались значения выходных полей региональной гидродинамической модели Гидрометцентра России (автор – В.М. Лосев), рассчитываемых в узлах декартовой сетки  $75 \times 75$  км. Там же рассчитываются значения дискриминантных функций  $F_i$  и зависящих от них значений  $P_i$  в процентах ( $i = 1, 2, 3, 4$ ).

Эти поля значений вероятностей прогноза соответствующих явлений с заблаговременностью 12, 24, 36, 48 ч, рассчитываемые на ЭВМ XEON-32 два раза в сутки по сроку 00 ч и 12 ч ВСВ, записываются в банк данных оперативной системы АСООИ Гидрометцентра России. В течение нескольких лет эти поля выкладывались на ftp-сервер ГВЦ с помощью определенной процедуры, разработанной ведущим программистом А.В. Недачиной. В рамках программы Союзного государства УГМС республики Беларусь использует эти прогностические поля вероятностей явлений для прогноза неблагоприятных и опасных ветров и сильных осадков двух градаций. По эмпирически найденным для каждого явления пороговым значениям вероятности на карте ЕТР выделяются по изолиниям равной вероятности области прогнозируемого явления. Изолинии автоматически проводятся с помощью графического пакета ИЗОГРАФ (автор – Ю.Д. Алферов). Во многих УГМС ЕТР этот пакет уже установлен. В настоящее время Ю.Д. Алферовым на персональном компьютере с учетом заданных автором по пороговым вероятностям цветных профилей расчерчиваются для каждой заблаговременности цветные карты прогноза сильных летних осадков двух градаций и шквалов с учетом их интенсивности. Эти карты также выкладываются на ftp-сервер ГВЦ. Они могут быть востребованы любым пользователем. В настоящее время расчерчиваются карты для территории ЕТР и Средней и Западной Сибири, в которых проводятся независимые испытания указанных явлений. Оценки прогноза с заблаговременностью 12 ч и 36 ч сильных осадков количеством  $Q \geq 15$  мм/12 ч за летний сезон 2016 года по территории Западной и Средней Сибири по критерию Пирси–Обухова составили  $T = 0,41 - 0,46$ , что выше оценок по любой гидродинамической модели. В докладе будут представлены таблицы оценок прогноза сильных шквалов и осадков НЯ и множество примеров карт гидродинамико-статистического прогноза вышеуказанных явлений.

## **Оценка погодно-климатических рисков для секторов экономики и социальной сферы на региональном уровне (на примере Краснодарского края)**

*Петерс А.А., Васильев М.П.*

*ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

В настоящее время изменение климата стало одной из основных угроз безопасности жизнедеятельности человека и функционирования различных отраслей экономики. Учитывая выводы МГЭИК, можно утверждать, что число экстремальных гидрометеорологических явлений будет расти и дальше, так как увеличивается изменчивость и экстремальность климата. В этой ситуации разработка методов снижения рисков путем уменьшения подверженности и уязвимости объектов экономики и социальной сферы представляется особенно актуальной. Последствия изменений и изменчивости климата различны для регионов РФ, а в пределах одного региона по-разному влияют на отрасли экономики, группы населения и природные объекты. Для апробации методики оценки погодно-климатических рисков на региональном уровне был выбран Краснодарский край.

Погодно-климатический риск – сочетание вероятности опасного природного явления и последствий наступления неблагоприятного события. В общем виде погодно-климатический риск может быть определен как произведение повторяемости опасного (ОЯ) или неблагоприятного (НГЯ) гидрометеорологического явления и уязвимости некоторого объекта, подвергающегося воздействию этого явления. Применяемый в данной работе косвенный метод оценки уязвимости территории к ОЯ и НГЯ основан на зависимости уязвимости от степени развития территории, подвергшейся бедствию. Экономический риск может быть выражен через долю ВРП, приходящуюся на жителей охваченного ОЯ района. При таком подходе может быть ориентировочно определена нижняя граница возможного ущерба от данного ОЯ. Социальный риск определяется на основе сопоставления повторяемости ОЯ и социальной уязвимости населения. При оценке социальной уязвимости наиболее важным является учет возрастной структуры населения, уровень доходов, качество жилищных условий и т.д.

Краснодарский край является одним из районов РФ, наиболее подверженных воздействию ОЯ и НГЯ. Повторяемость чрезвычайных ситуаций, связанных с природными явлениями, здесь превышает 7 ЧС в год. На рис. 1А представлен экономический риск от ОЯ и НГЯ для муниципальных образований Краснодарского края, выраженный в долях единицы. Как видно на карте, значения экономического риска наиболее высоки там, где высокая повторяемость экстремальных явлений сочетается с большой плотностью населения и развитой инфраструктурой. Однако в разных районах вклад этих составляющих риска

может быть различной. Так, в Краснодаре основную роль играет очень высокая плотность населения. В районе Сочи и Новороссийска обе составляющих риска имеют одинаковый вес. Наибольшая величина экономического риска характерна для района Новороссийска, где наблюдается экстремально высокая повторяемость многих ОЯ в сочетании с большой плотностью населения и объектов городской и портовой инфраструктуры. Распределение по территории Краснодарского края социального риска представлено на рис.1Б. Величина индивидуального социального риска показывает степень социальной незащищенности человека от воздействия экстремальных ОЯ и их последствий.

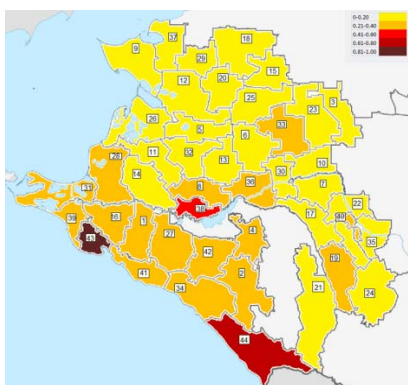


Рис. 1А. Экономический риск от ОЯ

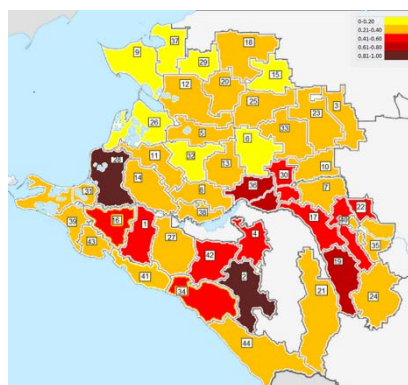


Рис. 1Б. Социальный риск от ОЯ

Выполнены оценки тенденций изменения основных метеорологических характеристик за последние 50 лет, и приведены результаты расчетов ожидаемых изменений климата на территории Краснодарского края с помощью ансамбля глобальных климатических моделей (CMIP5). На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что на рассматриваемой территории ожидается увеличение рисков, связанных с высокими температурами воздуха, прежде всего «волнами жары» и повышенной пожароопасностью; ожидается рост годовых атмосферных осадков; сохраняется опасность экстремальных суточных сумм осадков, так называемых «нерасчетных дождей», на которые имеющиеся городские системы водоотведения могут быть не рассчитаны; увеличиваются риски, связанные с опасными снегопадами и занормативными снеговыми нагрузками, а также риски, связанные с высокими скоростями ветра.

Полученные результаты позволили создать систему предложений по учету информации о погодно-климатических рисках при принятии решений в отраслях экономики и социальной сферы Краснодарского края (в соответствие с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности), в которую входят перечень последствий от ОЯ для каждой отрасли и рекомендуемые адаптационные мероприятия.

## **Программно-аппаратный комплекс хранения и пространственно-временного анализа глобальных полей гидрометеорологических характеристик**

*Серых И.В.*

*ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

Для количественной оценки изменчивости основных климатообразующих параметров и соответствующего их анализа создан пакет программ обработки данных. Он внедрен и используется для практической работы в Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН). Создание специального пакета программ обусловлено многообразием решаемых задач с использованием продолжительных рядов глобальных полей и тем, что методы, позволяющие проводить необходимые вычисления, требуют адаптации к данной сфере исследования. При создании программного пакета использован язык программирования С, который является системным языком низкого уровня, то есть он ближе к Ассемблеру, чем высокоуровневые языки. Хотя это несколько усложнило процесс программирования, но позволило оптимально реализовать контроль проводимых вычислений.

В качестве входных данных можно использовать глобальные поля гидрометеорологических характеристик, которые распределены в узлах регулярной сетки. Пакет состоит из оригинальных программ, каждая из которых содержит ряд модулей. Некоторые из них являются стандартными и входят в каждую из программ. К ним относятся считка данных, подготовка временных рядов и полей к анализу, их интерполяция, регуляризация и упорядочивание, контроль качества информации. Специализированные модули уникальны для каждой из программ, являются сложными, многофункциональными и состоят из группы простых.

Перечислим некоторые специализированные модули, их назначения и решаемые ими задачи: оценка изменчивости глобальных климатических полей на некотором временном интервале путем расчета разности соответствующих средних полей [1], композиционный анализ [2], расчет статистической значимости [3], осреднение, фильтрация полей [4], выделение регулярного (климатического) сезонного хода путем вычисления среднемесячных многолетних значений по всему временному интервалу; расчет и построение пространственно-временных диаграмм исследуемой характеристики в определенном регионе за заданный период времени; авто- и взаимный спектральный анализ рядов, оценка корреляционных функций, когерентности и фазовых соотношений [5]; расчет поля распределения дисперсии исследуемой характеристики путем интегрирования функции спектральной плотности, рассчитанной в каждой точке дискретного поля в пределах определенных частотных диапазонов.

Созданная база данных содержит материалы из множества независимых источников, которые в настоящее время считаются одними из наиболее надежных среди продолжительных глобальных баз климатических данных, и используются учеными во всем мире: 20th Century Reanalysis (20CR), Arctic System Reanalysis (ASR), ARGO, ERA-20C, ERA-Interim, JRA, GODAS, ICOADS, HadCRUT, NCEP NCAR, OAFflux, Ishii, AVISO, COBE, GECCO, GFDL-ODA, MERRA, OISST, ECCO, SODA, NCEP-DOE и др. База данных также содержит результаты 47 совместных моделей океана и атмосферы, доступных в рамках проекта CMIP5.

Для хранения и обработки базы климатических данных (объемом на настоящий момент более 70 Тбайт) используются два мощных четырехъядерных сервера с большим объемом оперативной памяти и объединенного в RAID-массивы дискового пространства. База данных и программный комплекс постоянно развиваются и дополняются новыми данными и модулями. Пакет программ зарегистрирован в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ (свидетельство № 2011613323 о государственной регистрации программы для ЭВМ от 28 апреля 2011 г.).

1. *Serykh I.V.* Influence of the North Atlantic dipole on climate changes over Eurasia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. Vol. 48. P. 012004.
2. *Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В.* О влиянии событий Эль-Ниньо на климатические характеристики Индоокеанского региона // Океанология. 2012. Т. 52, № 2. С. 165–175.
3. *Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В., Сонечкин Д.М.* О статистической значимости и климатической роли Глобальной атмосферной осцилляции // Океанология. 2016. Т. 56, № 2. С. 179–185.
4. *Серых И.В., Сонечкин Д.М.* О влиянии полюсного прилива на Эль-Ниньо // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13, № 2. С. 44–52.
5. *Серых И.В., Сонечкин Д.М.* О проявлениях движений полюсов Земли в ритмах Эль-Ниньо – Южного колебания // Доклады Академии наук. 2017. Т. 472, № 6. С. 716–719.

## **О причинах аномальной погоды на Европейской территории России в 2017 году**

Сидоренков Н.С.

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

Доклад посвящен аномальному течению погоды весной и летом 2017 года. Анализируются ряды суточных аномалий температуры воздуха и погоды. Выявлено отчетливое присутствие 206-суточного лунного цикла в ходе аномалий температуры воздуха и погоды на Европейской территории России в 2017 году.

Показана тесная корреляция хода аномалий температуры воздуха в Москве с изменениями перигейного расстояния Луны. Описана природа 206-суточного лунного цикла и его проявление в приливных колебаниях уровня морей. Обсуждаются особенности сезонного хода погоды вследствие влияния 206-суточного лунного цикла. Указана восьмилетняя цикличность корреляции аномалий температуры с перигейным расстоянием Луны.



## **Структура регионально ориентированной базы исходных данных для долгосрочных прогнозов (климатических, биотических и пр.), используемых при моделировании сценариев эволюции пунктов захоронения РАО и миграции радионуклидов в биосфере**

*Скоробогатов А.М., Ведерникова М.В., Панченко С.В.*

*Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (ИБРАЭ РАН)*

В Российской Федерации более 600 пунктов хранения радиоактивных отходов (РАО) со средним годом ввода их в эксплуатацию – 1975 год и средним по объектам запланированным годом окончания эксплуатации – 2032 год. Необходимость проведения работ по моделированию сценариев эволюции пунктов захоронения РАО для задач безопасного вывода из эксплуатации и ввода в эксплуатацию объектов использования атомной энергии обусловлена тем, что в ближайшие годы (примерно через 15 лет) должен быть обеспечен вывод из эксплуатации примерно 50 % таких объектов, включая пункты хранения РАО.

Проведение работ по моделированию сценариев эволюции пунктов захоронения радиоактивных отходов и миграции радионуклидов в биосфере требует рассматривать составные части природных региональных комплексов (компонентов природной среды) – атмосферу, грунт, почву, грунтовые воды, растительность, животный мир и т.п. как в совокупности, так и отдельно. Каждый компонент геоэкологической системы и состояние потенциального источника загрязнения в различных квазистационарных состояниях характеризуется особым набором показателей (факторов).

Особенностью моделирования сценариев эволюции пунктов захоронения радиоактивных отходов и миграции радионуклидов в биосфере является применение множества биофизических и геофизических моделей. Для долгосрочных прогнозов в целях убедительности расчетов может использоваться сразу несколько классов моделей. Сложность информационного обеспечения моделей состоит в том, что различные модели могут использовать как уникальные наборы данных характеризующих компонент окружающей среды, так и некие общие сведения о состоянии изучаемой среды на временном отрезке от суток (для аномальных явлений) до тысяч лет. Наборы данных локализируются обобщенным понятием «регион», которое может характеризовать территорию с линейными размерами от десятков до нескольких сотен километров, обладающую определенной однородностью природных условий и типом хозяйственной деятельности вблизи объекта использования атомной энергии.

В ИБРАЭ РАН для информационного обеспечения моделей разработана «Регионально ориентированная база исходных данных» (РОБД) для долгосрочных прогнозов

(климатических, биотических и пр.), используемых при моделировании сценариев эволюции пунктов захоронения РАО и миграции радионуклидов в биосфере (рис. 1). РОБД позволяет хранить и использовать как качественные характеристики компонента природной среды, так и численные данные о ее состоянии.

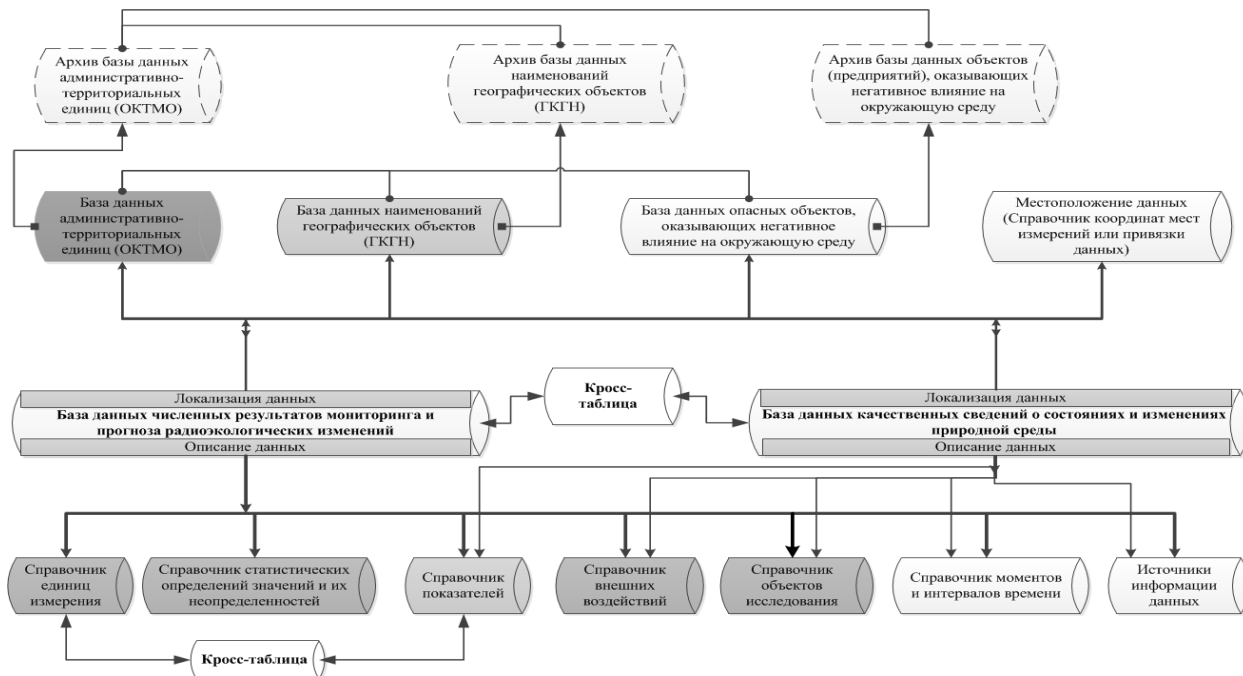


Рис. 1. Структурная блок-схема РОБД для долгосрочных прогнозов

Структура РОБД обеспечивает реализацию следующих требований:

- 1) структура базы данных должна быть максимально гибкой по отношению к внешним данным, то есть должна быть достаточно простой для использования методов автоматизации при заполнении содержимым полей базы данных;
- 2) метаданные РОБД должны в максимальной степени соответствовать официальным данным (реестрам, каталогам и т.д.);
- 3) сведения, содержащиеся в базах данных, должны точно соответствовать виду представления данных, указанных в источнике информации;
- 4) процедуры (алгоритмы) выборки из РОБД различных данных должны быть унифицированы и быть простыми по исполнению;
- 5) структура базы данных и данные в ней должны быть в течение продолжительного времени неизменяемыми;
- 6) база данных РОБД должна быть устойчивой (работоспособной) к условиям масштабирования (переноса, например, с локальных станций на сетевые серверы) и миграции данных в различные системы управления базами данных.

# **Технологии оценки гелиоэнергетических ресурсов для размещения энергоустановок в условиях редкой сети на примере региона, охватывающего Якутию, Амурскую область и Хабаровский край**

*Трофимова О.В., Задворных В.А.  
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им.А.И. Воейкова»*

В настоящее время тенденция развития мировой энергетики направлена на увеличение доли децентрализованного производства электрической и тепловой энергии экологически чистыми электростанциями. Эта тенденция объясняется, с одной стороны, изменением климата и необходимостью снижения выбросов парниковых газов, с другой – децентрализация поставок топлива и энергии увеличивает энергетическую безопасность регионов и стран в целом.

Согласно разработанной в ГГО методике районирования территории России по природному солнечному потенциалу, районы Дальнего Востока, и особенно его южной части, относятся к перспективной группе для использования солнечной энергии. По данным ОАО «Сахаэнерго», на территории Якутии уже установленная мощность четырех крупных СЭС составляет 90 кВт. В связи с вышесказанным данный регион представляет большой интерес для исследования природного, технического гелиопотенциала в целях эффективного размещения СЭУ.

В связи с тем, что данная территория очень слабо освещена актинометрическими станциями, необходимо использование косвенных методов расчета характеристик солнечной радиации и в первую очередь основной компоненты радиационного режима – суммарной радиации.

В основе разработанных и применяющихся методов расчета радиационных характеристик лежат некоторые общие принципы, позволяющие представить «расчетную актинометрию» не как сводку эмпирических приемов, основанных только на статистических сопоставлениях, а как некоторую систему функциональных связей, обоснованную физически.

С начала 20-х годов XX века и по настоящее время изучению этих зависимостей уделяется большое внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей. Анализ литературных источников показывает, что точность косвенного определения суммарной радиации еще далека от окончательного разрешения. Многие исследования ограничены, как правило, короткими рядами актинометрических наблюдений. В данной работе для расчета суммарного прихода солнечной радиации на горизонтальную поверхность были

использованы методики А. Ангстрема и Т.Г. Берлянд. Для расчета сумм радиации, поступающей на наклонные поверхности гелиоприемников, использован метод Дж. Хейя.

В процессе работы была сделана попытка более детально оценить радиационный режим рассматриваемой территории путем привлечения спутниковой информации. Было выполнено сравнение наблюдаемых сумм суммарной радиации на станциях актинометрической сети с расчетными данными по спутниковой информации базы данных NASA SSE.

## **Оперативное климатическое обслуживание экономики на основе специализированной нормативной информации**

*Фасолько Д.В., Кобышева Н.В.*

*ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

Основная цель климатического обслуживания заключается в предоставлении научно обоснованной информации для принятия конкретных проектных решений и адаптации экономики и социальной сферы к текущим и будущим климатическим условиям. Оперативное климатическое обслуживание основано на нормативных и справочных документах.

Виды оперативного климатического обслуживания различаются. Поэтому для улучшения деятельности гидрометеорологических служб был разработан Реестр задач пользователей и климатической информации для строительной отрасли экономики.

Цель стратегического климатического обслуживания заключается в минимизации климатических рисков для экономики и социальной сферы и разработки национальной стратегии адаптации. Основным видом адаптации к происходящим изменениям климата является участие климатологов в разработке нормативных документов, их постоянного обновления и включение в соответствующие разделы технических регламентов и реестров.

В оперативной практике климатологов знание и постоянное обращение к нормативным документам является обязательным. Наиболее важным нормативным документом является СП «Гидрометеорологические изыскания», в котором определяется необходимый набор основных нормативных показателей (индексов влияния) и формулируются требования к климатической информации. Нормативные характеристики извлекаются также из СП «Строительная климатология» и СП «Нагрузки и воздействия» и из других СП, указанных в реестрах в соответствии с решаемой задачей. В случае их отсутствия в указанных документах индексы рассчитываются климатологами по исходным рядам метеорологических наблюдений или оцениваются методом интерполяции по реперным станциям.

Для обоснования инвестиций в технический проект вычисляются климатические риски для решения о принятии и непринятии адаптационных мер. При расчете рисков должна быть учтена нестационарность рядов метеорологических величин, если она обнаружена. При стратегическом климатическом обслуживании приходится выходить в ряде случаев за рамки известных нормативов. Климатологи должны тщательно изучать исходный материал метеорологических наблюдений, выявляя тренды и наличие гетероскедастичности.

Адаптация к изменениям климата может осуществляться только совместно со специалистами в области потребления. При этом каждый случай адаптации индивидуален и осуществляется по методу, разрабатываемому для конкретного объекта.

## **Результаты исследования вертикальной макроструктуры сплошных облачных слоев и ее изменений над Арктикой РФ**

*Черных И.В., Алдухов О.А.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Облачность является одним из основных параметров климатической системы. Определение климатических характеристик ее вертикальной макроструктуры (толщины, верхней границы, числа слоев) недоступно по данным визуальных наземных наблюдений за облаками и носит локальный характер по данным наземных инструментальных наблюдений и с борта самолета. Информация о вертикальной макроструктуре облаков, полученная с помощью аппаратуры, установленной на спутниках, появилась только в последние десятилетия. Большой интерес представляет задача определения долгопериодных оценок пространственно-временной изменчивости параметров (повторяемости, числа слоев, толщины, высоты нижней и верхней границы) сплошных облачных слоев (СОС) в Арктике РФ (АРФ).

Для определения границ и количества облачности по радиозондовым профилям температуры и влажности использовался СЕ-метод, разработанный Черных и Ескридж. Информационной базой для расчетов параметров вертикальной макроструктуры СОС служили проконтролированные данные из массива радиозондовых наблюдений CARDS, пополненного текущими наблюдениями из массивов АЭРОСТАБ и АЭРОСТАС. Были выбраны аэрологические станции в Североевропейском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском районах АРФ с максимально полными рядами наблюдений за 1964–2016 гг. Для расчетов использованы только зондирования с данными как о температуре, так и влажности от поверхности земли до высоты 10 км.

Показано, что в слое 0–10 км повторяемость, суммарная толщина и число СОС, высота их верхней границы максимальны зимой и минимальны летом; во все сезоны наибольшие значения повторяемости СОС, их суммарной толщины и числа определены в слое 6–10 км; наименьшие значения их повторяемости и числа слоев – в слое 2–6 км, а минимальной толщины – в слое 0–2 км; осенью в АРФ долгопериодные изменения приземной температуры, повторяемости СОС, их вертикальной макроструктуры взаимосвязаны.

Результаты могут быть полезны для нужд судоходства, авиации, при изучении радиационной энергетике атмосферы, анализе климатических изменений облачности.

## **Физико-статистические методы построения экспериментов для выявления скрытых закономерностей во временных рядах**

*Шерстюков Б.Г.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Современные компьютерные средства и большое количество универсальных пакетов статистических программ позволяют легко обработать любой временной ряд и описать его статистическую структуру или обработать совместно несколько рядов и описать парные корреляции или множественную зависимость одного из рядов от всех остальных. Можно выполнить спектральный анализ и сделать выводы о наличии или отсутствии периодичностей. Можно ввести поле данных и вычислить много параметров статистической структуры поля метеорологических величин и т.д. Иногда такими способами удается найти некоторые закономерности, но, как правило, их трудно интерпретировать. Если не известно, что искали, то на выходе будет не известно, что получили.

Методы анализа постоянно развиваются. Так, например, на смену спектральному анализу пришел вейвлет-анализ, когда стало ясно, что отсутствие периодичностей во временном ряде на некотором длительном интервале не означает, что их нет на отдельных участках этого ряда. В результате закономерности стали обнаруживать там, где раньше со всей убедительностью на основе строгих критериев доказывали их отсутствие. Нельзя сказать, что спектральный анализ давал неправильный результат – неправильно был поставлен эксперимент.

Другой пример. В начале 1990-х годов в публикациях некоторых ведущих климатологов доказывалось отсутствие глобального потепления климата. Для анализа использовались данные наблюдений за 1950–1990 гг., который был выбран из соображений статистической надежности результатов. До 1950 года станций наблюдений на Земле было недостаточно для надежного пространственного охвата Земли, поэтому ранние данные отбросили. А после 1990-х годов еще не было данных. 1950-е годы – это окончание первого глобального потепления, годы были сравнительно теплыми, потом последовало временное похолодание, а с 1970-х годов началось второе глобальное потепление. 1990-е годы были тоже относительно теплыми, так получилось, что на интервале 1950–1990 гг. тренды оказались почти нулевыми. Последовал вывод об отсутствии изменений климата. Теперь это кажется странным, а тогда из-за неправильного планирования эксперимента был получен строгий, но не имеющий физического смысла и ошибочный результат.

Последний пример трудного пути познания. К концу XX века наличие глобального потепления признали безоговорочно на пике второй волны 60–70-летнего цикла глобального

потепления климата в XX веке, после которой возникла 16-летняя пауза в потеплении. Природа 60–70-летнего цикла до сих пор не известна, но его наличие уже не оспаривается. Однако первую волну этого цикла потепления климата 1930-х годов отнесли к действию природных факторов, а вторую волну в конце XX века объявили результатом усиления антропогенного парникового эффекта (?).

Не правильно считать статистические методы анализа самостоятельным инструментом исследования физических процессов на Земле (в применении к задачам климатологии). Статистический анализ – это лишь инструмент для проверки физических гипотез о процессах на Земле и в космосе в применении к нашей задаче. Еще менее полезным в познании природы является бесцельное исследование статистической структуры данных наблюдений. Знание статистической структуры не приносит физических знаний. Но в инженерных задачах знание статистической структуры необходимо.

Правильное планирование статистического эксперимента – залог успеха в доказательстве или в опровержении гипотезы, под которую строился эксперимент. Это трудный путь. Во-первых, необходимо обладать большими знаниями в науках о Земле и в смежных науках, а также обладать научной фантазией для выдвижения гипотезы. Во-вторых, необходимо знать и глубоко понимать существующие методы статистического анализа, чтобы на их основе предложить свой метод. В-третьих, под каждый такой специальный статистический эксперимент необходимо разрабатывать специальные программные средства для работы на компьютере. Возможности универсальных статистических методов исчерпаны.

Понимание физических процессов или удачная гипотеза позволяют правильно выбрать специальный метод анализа и правильно организовать статистический эксперимент. В этом залог успеха. «Прочесывание» временных рядов классическими методами статистического анализа позволяет только доказать, что климатическая система либо одна из сложнейших систем, не поддающаяся описанию, либо это случайная система, не имеющая закономерностей. Второе доказать легче, но будет ли такой вывод правильным?



СЕКЦИЯ 3.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

## **Особенности гидрометеорологического обеспечения морской деятельности**

*Акселевич В.И., Мазуров Г.И.*

*ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»*

От состояния окружающей среды зависят объем задач морской деятельности и сроки их выполнения. Оно носит объективный характер. Необходимо как можно успешнее реализовать возможности по учету влияния окружающей природной среды в интересах решаемых задач.

Большинство из элементов, относящихся к физико-географическому природному фактору, мало меняются со временем или остаются постоянными. Такие элементы могут быть определены, например, по данным справочников или описаний различных районов Мирового океана. Вместе с тем существует значительное число динамичных и трудно учитываемых элементов физико-географического фактора, к которым, в частности, относится погода.

В указанное понятие включают множество гидрометеорологических и гелиогеофизических величин и явлений, характеризующих состояние атмосферы. В зависимости от этапа морской деятельности требуются как климатические данные, так и метеорологические, гидрометеорологические, экологические, гидрологические и гелиогеофизические прогнозы различной заблаговременности (сверхкраткосрочные, краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и сверхдолгосрочные).

Состояние атмосферы характеризуется метеорологическими величинами, атмосферными явлениями и метеорологическими условиями. Крупномасштабные процессы и явления формируют синоптическую обстановку.

Стратегия развития морской деятельности РФ направлена в первую очередь на достижение целей национальной морской политики путем осуществления проектов, связанных с развитием морской деятельности государства в Мировом океане. Основную часть проектов предполагается осуществлять посредством реализации федеральных целевых программ, одной из которых является ФЦП «Мировой океан».

Осуществление морской деятельности Российской Федерации требует создания Единой государственной системы освещения надводной и подводной обстановки в Мировом океане. Соответственно, должна увеличиваться доля площади внутренних морских вод, территориального моря, исключительной экономической зоны Российской Федерации, а также российской части Каспийского и Азовского морей, охваченная физическими полями отечественных информационных систем, входящих в Единую государственную систему

освещения надводной и подводной обстановки в Мировом океане, в общей площади указанных акваторий.

Предусмотрено развитие системы обеспечения гидрометеорологической безопасности морской деятельности Российской Федерации и создание многопрофильной системы эффективного наблюдения за состоянием Мирового океана и атмосферы. Совершенствуется информационное обеспечение морской деятельности на основе интеграции и рационального использования систем, комплексов и средств различного подчинения, к которым относятся развитие и использование Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане как базового межотраслевого информационно-технологического комплекса для информационного обеспечения мероприятий по реализации национальной морской политики.

Среди основных источников гидрометеорологической информации, используемой для морской деятельности можно отметить спутниковую информацию, результаты наблюдений и прогнозы состояния атмосферы и гидросферы, распространяемые ВМО и крупнейшими вычислительными центрами, результаты наблюдений за погодой, предоставляемые по данным экипажей морских судов, находящихся в плавании, данные судов погоды и систем морских и океанских радиобуев, авиационную и аэростатную информацию.

Выделяют шесть основных типов физических параметров состояния окружающей среды, за которыми проводятся глобальные наблюдения. Это солнечная энергия ( $\text{вт/м}^2$ ), средняя температура воздуха (град С), покрытие небосвода облаками (в %), осадки (мм), влага (объемное отношение) и вегетация (коэффициент вегетации). Компоненты системы, обеспечивающие морскую деятельность, включают атмосферу, биосферу, криосферу, гидросферу и литосферу. Среди основных моделей общей циркуляции атмосферы выделяются биохимические модели глобальных изменений климата, модели переноса газов. Определенные атмосферные параметры (водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан) поглощают уходящую радиацию.

Важное место в гидрометеорологическом обеспечении морской деятельности занимают проблемы загрязнения водной среды.

## **Комплексный системный подход создания информационных распределенных систем в Росгидромете на основе технологий и опыта ЕСИМО**

*Белов С.В., Михайлов Н.Н.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

На протяжении последних 10 лет в Росгидромете ведется активное создание и внедрение информационных систем в различных дисциплинах. Примерами таких систем служат Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО), российский сегмент Информационной системы ВМО (ИСВ), Информационно-телекоммуникационная сеть Росгидромета для сбора геофизических данных с наземных наблюдательных платформ и управления геофизической информацией (ГеоИТС). ВНИИГМИ-МЦД, являясь головной организацией при разработке и внедрении ЕСИМО в 2013 году, постарался реализовать преемственность созданных подходов к разработке распределенных государственных информационных систем, созданных технических решений, разработанных программных средств. Этот подход как минимум был применен на уровне подключения источников данных Росгидромета, ГИС и порталных технологиях.

В докладе представлены:

- основные принципы при создании распределенных систем в Росгидромете;
- основные технические решения, разработанные при реализации ЕСИМО и использованные или усовершенствованные при создании ГЦИС-Москва и ГеоИТС;
- примеры реализации типовых решений.

## **Современные средства поиска и представления информации в модернизированной автоматизированной системе учета наблюдательных подразделений (АСУНП) Росгидромета**

*Белова К.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

В любых специализированных информационных системах играют важную роль средства поиска информации и правильного предоставления информации пользователям. В случае, если технические решения поиска информации были проработаны недостаточно, то в ряде случаев пользователь не сможет найти ее, даже если она присутствует в информационной базе данных. Поиск должен учитывать все атрибутивные свойства информации, а также зависимости между ними, обеспечивать синхронизацию условий между собой, а также, не давать пользователю создавать заведомо неверные запросы. После того, как информация была найдена, во главу угла встает другая проблема – правильная интерпретации найденных сведений. При этом необходимо дать пользователю как можно больше видов представления информации – от простой таблицы до графика и карты. Это позволит увеличить возможность повторного использования информации, а также ее правильной интерпретации.

В процессе разработки модернизированной автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений (АСУНП) большое внимание было уделено реализации поисковых механизмов системы на портале пользователя, а также формам ее представления. АСУНП предназначена для сбора, ведения и предоставления сведений о сетевых оперативно-производственных подразделениях Росгидромета для информационного обеспечения планирования и оценки работы сетей наблюдений, осуществления соответствующих научно-исследовательских работ. Предметной областью АСУНП являются данные о состоянии наземных, морских и космических сетей наблюдений, деятельности наблюдательных подразделений и их кадрово-финансовом обеспечении. Предусматриваются два вида представления – исходные данные по каким-либо критериям и обобщенные данные за определенный промежуток времени или по какому-либо критерию. Оценки выдаются АСУНП в виде стандартизированных отчетов и по запросам.

В докладе рассматриваются:

- Раздел портала АСУНП, предоставляющий доступ к полной информации в части сведений состояния и обеспечения наблюдательных подразделениях Росгидромета;
- Средства поиска информации путем выборки данных по интерактивно задаваемым критериям (виду сети, типу и статусу НП, принадлежности НП к УГМС/НИУ и др., всего более 10 критериев в применении к той или иной прикладной задаче);
- Средства представления информации в форме таблиц, графиков, карты.

## **Гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности в Арктике – НОВЫЕ ВЫЗОВЫ**

*Бресткин С.В., Девятаев О.С.*

*ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

В ближайшие несколько лет требования к объему, надежности и оперативности ГМО мореплавания в акватории Северного морского пути снова значительно повысятся. Это связано с ожидаемым многократным увеличением грузопотока и существенным изменением состава транспортных судов. Активное освоение месторождений на побережье арктических морей приведет к стремительному росту объемов морской транспортировки углеводородного сырья. Речь идет в первую очередь о круглогодичном вывозе углеводородов как в западном (в Европу), так и в восточном (в Китай и Южную Корею) направлениях из трех портов в Карском море: Сабетта (сжиженный газ), Диксон (каменный уголь) и Новый Порт (нефть).

По имеющейся информации в результате реализации этих проектов к 2022 году грузопоток по Северному морскому пути составит не менее 30 млн т в год. Для сравнения в 2015 году объем перевозок составил 5,4 млн т, а в 2016 году – около 7 млн т. В этой ситуации должны существенно возрасти потребности как в ледокольном обеспечении, так и в ГМО.

Другое важное обстоятельство, которое должно изменить роль ГМО в системе обеспечения мореплавания по Северному морскому пути – строительство большого количества крупнотоннажных судов большой мощности и высокой ледовой проходимости. Так, для работы через порт Сабетта строятся 15 газозводов длиной 300 м, шириной 50 м и суммарной мощностью трех аzipодов – 45 Мв. Головное судно этой серии «Кристоф де Маржери» в феврале – марте 2017 г. успешно прошло ледовые испытания в Карском море.

По результатам проведенных испытаний можно заключить, что использование в Арктике крупнотоннажных судов приведет к принципиальным изменениям в тактике взаимодействия между судном и ледоколом и обеспечит новые возможности для расширения практики безледокольного плавания. В то же время потребности в ГМО существенно увеличатся и ужесточатся требования к его надежности, так как возрастет цена ошибок при учете ледовых условий.

Суда типов «Кристоф де Маржери» и «Штурман Альбанов» имеют уникальные возможности для ледового плавания, сравнимые с возможностями эксплуатируемых в настоящее время атомных ледоколов, а в некоторых случаях – с превосходящими эти возможности.

Таким образом, возрастание потребности в ледоколах, связанное с увеличением грузопотока и количества судорейсов, будет компенсироваться вводом в эксплуатацию крупнотоннажных мощных судов с двигателями типа «азипод». В то же время значение ГМО должно существенно возрасти в результате количественного и качественного развития транспортного мореплавания в акватории Северного морского пути. При самостоятельном плавании судов скорость движения (затраты времени), вероятность ледовых повреждений и риск попадания в ледовый плен будут всецело зависеть от правильного выбора вариантов и маршрутов плавания.

В настоящее время система «Север» способна удовлетворять потребности в ГМО морской деятельности в Арктике. Для того чтобы система соответствовала будущим требованиям, необходима ее модернизация. Когда объем морских перевозок многократно увеличится и на акваторию Северного морского пути выйдут десятки крупнотоннажных судов, система в ее нынешнем состоянии может оказаться не способной удовлетворить возросшие потребности.

В докладе излагаются принципиальные положения модернизации системы «Север» – модель информационного бизнеса и технологии информационного производства. Обеспечить высокую конкурентоспособность информационной продукции системы, причем не только внутри России, но и на международном рынке, могут только промышленные методы производства информационной продукции.

При этом должна обеспечиваться персонализация оказания информационных услуг, предоставляющая пользователю необходимый и достаточный набор информационных продуктов и знаний для принятия решений.

## Новое электронное справочное пособие по морской природной среде

*Воронцов А.А.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Обслуживание потребителей режимно-справочной информацией по морской природной среде постоянно развивается. За последние 10 лет созданы три типа различных справочных издания. В настоящее время на основе анализа потребностей пользователей гидрометеорологической информации, положений различных РД и рекомендаций ВМО по климатическому обслуживанию разрабатывается новое электронное справочное пособие по морской природной среде (ЭМСП).

Для нового ЭМСП усовершенствованы средства обработки, контроля и подготовки баз данных, специализированных под задачу, модифицированы программные средства интерактивного табличного, графического и картографического отображения информации по профильным сценариям обслуживания различных видов морской деятельности.

Разработаны новые формы/форматы предоставления климатических и обобщенных характеристик морской среды для обеспечения различных сфер деятельности по ряду направлений: строительство, транспортные операции, добыча углеводородов, портовая деятельность, рыболовство, энергообеспечение прибрежных территорий и др.

Выходная продукция ЭМСП будет включать как общепринятые нормы, экстремальные значения, характеристики долгопериодной изменчивости, так и назначаемые руководства ВМО по климатическому обслуживанию, нормативными документами по строительству (СНИП), морским операциям и др.

Подготовка ЭМСП будет проводиться на основе новой технологии климатического обслуживания потребителей.

ЭМСП будет размещено для работы потребителей на портале Единой государственной системы ЕСИМО.



## **Оптимизация схем обработки пространственных данных в ЕСИМО для качественного обслуживания потребителей**

*Воронцов А.А., Баталкина С.А.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

ГИС-технология ЕСИМО (ГИС ЕСИМО) реализует следующие функции (комплексы задач):

- обработка данных и построение различных слоев (точки, линии, полигоны);
- публикация слоев геосервисов ЕСИМО;
- организация доступа потребителей к картографическим данным;
- настройка отображения картографических данных;
- информационная безопасность;
- управление работой ГИС-сервера;
- управление работой ГИС-вьюера и др.

Все вышеперечисленные задачи выполняются в рамках выстроенных и отработанных схем.

Поскольку система все время совершенствуется для более полного и качественного обслуживания потребителей, то и ГИС-технология системы претерпевает различные изменения, такие как оптимизация схем обработки пространственных данных.

В первую очередь был изменен жизненный цикл обработки пространственных данных: ряд информационных ресурсов имеет объемы порядка гигабайта и, естественно, требует для своей обработки значительное время. Поскольку обработка всех ресурсов проводится в общей очереди, то при обработке объемных («тяжелых») ресурсов, остальные ожидают своей очереди. Эта задача была решена за счет введения двух дополнительных обработчиков (GRASS-серверов): на двух GRASS-серверах параллельно обрабатываются «тяжелые ресурсы», а на одном GRASS-сервере – остальные, небольшие по объему. Такой подход позволил ускорить в четыре раза скорость обработки ресурсов СП пространственной информацией в базе интегрированных данных (БИД).

Помимо разнесения обработки слоев по нескольким GRASS-серверам (многопоточность по GRASS), была выполнена организация многопоточной обработки слоев на каждом экземпляре GRASS (пять потоков на один сервер), и реализована многопоточность по слоям, что также позволило сократить время обработки ресурсов практически в шесть раз.

В дальнейшем предполагается продолжение оптимизации обработки пространственных данных для более качественного обслуживания пользователей ЕСИМО.

## **Создание комплексной базы данных информационной системы «Антарктика»**

*Воронцов А.А.<sup>1</sup>, Нефедова Г.И.<sup>1</sup>, Антипов Н.Н.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

*<sup>2</sup> ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Комплексная база данных (КБД) информационной системы (ИС) «Антарктика» занимает центральное место в системе и выполняет накопление и интеграцию мультидисциплинарных данных. КБД ИС «Антарктика» предназначена для использования при проведении исследований пространственно-временной изменчивости различных параметров в Южном океане и Антарктическом регионе в целом.

КБД как мультидисциплинарная и многоуровневая база хранит исходные (наблюденные), модифицированные (преобразованные без содержательной обработки) и расчетные данные по природной среде Антарктики, а также метаданные для этих данных.

В основу реализации КБД положена модель базы данных по природной среде Антарктики, основанная на общепринятом подходе в реляционных СУБД.

В состав КБД входят функциональные блоки накопления данных и ведения комплексной базы данных. Блок накопления данных КБД включает методики и технологии для инвентаризации, стандартизации на технических носителях и документирования данных различных категорий (включая ранее полученные данные), а также их подготовки для включения в комплексную базу данных для совместного использования. Блок ведения КБД обеспечивает реализацию конкретных действий по загрузке данных, поступающих из блока накопления, регистрацию и управление данными, результатами расчетов и моделирования, включая регламентированные операции по получению новых расчетных данных, подготовке данных наблюдений, результатов расчетов и моделирования в виде проблемно-ориентированных баз данных для работы подсистемы прикладных задач.

В КБД ИС «Антарктика» вошли данные по природной среде практически за последнее столетие: свыше 800 000 океанографических станций (температура, соленость морской воды и гидрохимия), порядка миллиона сроков судовых метеонаблюдений (метеопараметры, волнение, ледовые характеристики), около 100 тысяч наблюдений на антарктических станциях, данные геофизических наблюдений, ледовая информация и другие виды данных.

КБД активно дополняется новыми видами данных и пополняется существующими, например авторскими тематическими картами распределения гидрометеорологических характеристик по Южному океану, различной ледовой информацией (кромка льда, данные по айсбергам), данными по геологии и морской биологии др.

## **Формализация воздействий опасных природных явлений на предприятия и население, рекомендаций для принятия решений как элемент технологий ЕСИМО**

*Вязилов Е.Д.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Руководители предприятий накапливают определенный опыт борьбы с последствиями опасных природных явлений (ОПЯ) в процессе своей деятельности. А так как они сталкиваются с некоторыми ОПЯ (например, цунами, землетрясениями и др.), иногда всего один раз за весь период своей деятельности, то накопленный опыт теряется. Опыт, отраженный в инструкциях, не формализован и часто представляется в очень обобщенном виде.

Основная идея поддержки принятия решений звучит следующим образом. Зная условия среды, можно заранее определить перечень воздействий ОПЯ на население и промышленные предприятия. Зная эти воздействия можно составить список рекомендаций по поведению населения в этих ситуациях и список рекомендаций для поддержки решений руководителей. Традиционные формы представления знаний в виде инструкций, регламентов, страниц интернет и т.п. имеют следующие ограничения: большое время поиска, разброс знаний по различным источникам, иногда даже противоречивость знаний в них.

Для создания системы поддержки принятия решений необходимо все знания ученых и специалистов, зарегистрированные и не занесенные в литературные источники, ввести в базу знаний (БЗ), предварительно формализовав их. Важным моментом формализации знаний является понимание того, что в зависимости от временных масштабов ОПЯ необходимо использовать тот или иной тип информации (уровень обобщения данных).

Для создания БЗ необходимо создание базы данных пороговых значений показателей ОПЯ. При задании показателей могут использоваться не только пороговые значения, но и другие типы показателей: среднее (фоновое) значение; повторяемость климатических значений; риск; аномалия; тенденция; общее время воздействия; индекс суровости по Бодману; комплексный показатель пожарной опасности В.Г. Нестерова.

БЗ, кроме параметров среды, должна учитывать различные виды деятельности на предприятии, место, время, масштаб явления, уровень управления (например, капитан судна, штурман, механик), сезон года (одно и то же значение параметра в различные сезоны имеет различную опасность); географическую область (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). Поэтому пороговые значения для таких ситуаций могут уточняться.

Процедура оценки воздействий включает составление списка всех ожидаемых воздействий (природа ОПЯ, причины, объекты, показатели, степень воздействия, масштаб воздействия), описание источников данных, используемых для оценки воздействий, описание воздействий, определение списка возможных объектов, на которые воздействуют ОПЯ, оценку опасных явлений, которые влияют на рассматриваемый объект, оценку критериев воздействия.

Воздействия рассматриваются не только в контексте изменения состояния свойств объектов (ухудшается состояние дорог, снижается механическая прочность материалов, ухудшаются эксплуатационные характеристики аппаратуры), но и разрушения собственно объектов (разрушаются мосты, гибнут суда), возникновения негативных процессов (вымывание посевов, что приводит к гибели урожая), воздействия на составляющие элементов объектов (сносится кровля, разрываются водопроводные трубы).

При подготовке рекомендаций должны учитываться как существующие, так и разрабатываемые технические регламенты. В них содержатся перечни объектов регулирования, в отношении которых устанавливаются воздействия и рекомендации с учетом всех категорий населения и промышленных объектов, устанавливаются правила поведения, обеспечивающие безопасность населения и промышленных объектов в случае ОПЯ, а также учитываются климатические и географические особенности местоположения.

## **О влиянии океана на штормовую активность в Северной Атлантике**

*Вязилова Н.А.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Исследования показывают, что механизм влияния океана на циркуляцию атмосферы включает, прежде всего, потоки тепла на поверхности океана и распределение температуры поверхности океана. Целью настоящей работы является анализ изменчивости теплоотдачи с поверхности океана и взаимосвязи этой изменчивости с циклонической активностью в различных районах Северной Атлантики в зимний сезон.

Оценка циклонической деятельности основана на анализе коэффициента циклонической активности, повторяемости циклонов и максимальной скорости ветра в циклонах, представленных в виде показателей циклонической и штормовой активности в Северной Атлантике на Портале ЕСИМО в различном временном и пространственном масштабе в виде карт, графиков, диаграмм с ежемесячным обновлением. Расчет показателей проводится на основе 6-часовых данных реанализа-2 Национального метеорологического центра США с января 1979 г. по настоящее время. Анализ циклонической и штормовой активности предполагает выделение каким-либо методом центров циклонов, расчета траекторий их смещения и определение интенсивности осадков и скорости ветра в этих циклонах. В данном исследовании центры циклонов определяются методом автоматической идентификации по данным атмосферного давления на уровне моря.

Анализ изменчивости процесса теплоотдачи с поверхности океана проведен на основе ежемесячных данных потока тепла системы GODAS (Global Ocean Data Assimilation System), представленных в узлах сетки с разрешением в 1 градус вдоль параллели, и 1/3 градуса в направлении юг – север за период с 1980 по 2017 г. На основе ежемесячных данных потока тепла для всего региона Северной Атлантики рассчитаны средние значения за каждый зимний сезон (с декабря по февраль), а также средние значения аномалий для всего периода исследования. Среднемесячные аномалии рассчитывались относительно климатических значений потока тепла за период 1981–2010 гг. Для изучения межгодовой изменчивости потока тепла в различных районах Северной Атлантики по значениям в узлах сетки были получены интегральные значения потока тепла и его аномалий для различных широтных зон, а также для отдельных выбранных районов.

Особое внимание в исследовании уделяется анализу изменчивости циклонической активности и потоков тепла на поверхности океана в районе Исландского минимума, основном районе циклогенеза в Северной Атлантике. Анализ повторяемости циклонов и штормов показывает, что в данном районе Северной Атлантики на фоне уменьшения

количества умеренных циклонов за последние два десятка лет значительно возросло количество экстремально глубоких циклонов (циклонов с давлением в центре от 970 гПа и менее). Именно вклад экстремально глубоких циклонов обеспечивает аномальное усиление циклонической активности в зимнюю половину года в данном районе Атлантики, в основной зоне штормтрека, в последние годы.

Изменчивость циклонической активности, и особенно изменчивость активности глубоких циклонов хорошо согласуется с изменчивостью потока тепла с поверхности океана в данном районе океана в течение всего периода исследования начиная с зимнего сезона 1979/80 г. А именно в годы аномального усиления потока тепла от океана в атмосферу в зимние месяцы здесь наблюдается активизация циклонической деятельности, что проявляется, прежде всего, в увеличении количества глубоких циклонов.

Оценка влияния теплового режима Северной Атлантики на циркуляцию атмосферы проводилась также на основе сравнения карт пространственной изменчивости циклонической активности и потоков тепла на поверхности океана, построенных отдельно для лет с положительной и отрицательной фазой Североатлантического колебания, которое, как известно, является основным индикатором изменчивости атмосферной циркуляции в Северной Атлантике. Показано, что в зимние сезоны с положительной фазой колебания в приполярной области Северной Атлантики, и особенно в области исландского минимума, наблюдаются и аномальное увеличение потока тепла от океана в атмосферу, и аномальное усиление циклонической активности. В годы с отрицательной фазой колебания – картина противоположная.

## Сетевая платформа мониторинга гидрометеорологической обстановки в Арктике

*Гитис В.Г.<sup>1</sup>, Дерендяев А.Б.<sup>1</sup>, Петров К.Н.<sup>1</sup>, Вайништок А.П.<sup>1</sup>, Думанская И.О.<sup>3</sup>,  
Зацева С.Н.<sup>2</sup>, Зеленко А.А.<sup>3</sup>, Нестеров Е.С.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича (РАН)

<sup>2</sup> ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (Росгидромет)

<sup>3</sup> ФГБУ «Гидрометцентр России» (Росгидромет)

Природные и антропогенные процессы в Арктике в значительной степени влияют на состояние природной среды Земли. Поэтому Арктический регион является одним из важнейших объектов мониторинга экологической обстановки. Мониторинг окружающей среды связан с исследованием пространственных и пространственно-временных данных. Предлагаемое в докладе решение использует технологию ГИС. Рассматриваемый подход объединяет автоматический анализ данных, доступный любому интернет-пользователю, с детальным анализом, выполняемым специалистом.

Технология мониторинга Арктики реализуется на сетевой платформе, состоящей из двух ГИС: ГеоМонитор и ГеоТайм 3 (<http://distcomp.ru/geo/arctic>). ГИС ГеоМонитор построена в клиент-серверной архитектуре с тонким клиентом. Она поддерживает автоматический ввод и обработку данных, наглядное представление пространственно-временных процессов и морских транспортных средств, измерение значений гидрометеорологических полей и атрибутов точечных данных, а также формирует задание и запускает на удаленном сервере моделирование разлива углеводородов. ГИС ГеоТайм 3 имеет клиент-серверную Java архитектуру с толстым клиентом. Она запускается с ГИС-проектом, автоматически подготовленным ГИС ГеоМонитор, и поддерживает функции детального анализа пространственно-временных процессов. При этом пользователь может дополнительно загружать в ГеоТайм 3 картографические основы в виде тайловых слоев и данные с произвольных удаленных серверов и своего ПК в форматах shape, grid, flt. Результаты работы пользователь может сохранять в виде персонального ГИС-проекта.

Таким образом, платформа объединяет в себе простоту и доступность анализа в технологии с тонким клиентом с возможностями выполнения комплексного исследования данных в клиент-серверной архитектуре с толстым клиентом. Пользователи получают два уровня анализа данных: (1) выполняемый в географическом контексте Google Maps API экспресс-анализ природных и техногенных процессов, предназначенный для специалистов и вместе с тем доступный для широкого круга пользователей, и (2) детальный анализ пространственных и пространственно-временных процессов, который выполняется специалистами. Тем самым ГИС-платформа существенно расширяет круг пользователей,

предоставляя им как ознакомительную информацию о процессах в Арктике, так и возможность выполнения научных исследований.

Платформа обеспечивает доступ пользователей к анализу трех типов пространственных и пространственно-временных данных: архивным данным реанализа, оперативным наблюдениям и прогнозу. Эти данные представлены сеточными полями, полигонами и точечными полями. Информационные ресурсы (ИР) платформы загружаются с удаленных серверов. Они включают в себя:

1. Данные реанализа ERA-Interim за период 1979–2016 гг. (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>).

2. Выборка данных оперативного среднесрочного (0–120 час) прогноза метеорологических полей GFS, NCEP/NOAA (ФГБУ «Гидрометцентр России», <ftp://193.7.161.101/ippi>).

3. Информация о движении судов (Администрация Северного морского пути ([http://www.nsra.ru/ru/operativnaya\\_informatsiya/grafik\\_dvijeniya\\_po\\_smp.html](http://www.nsra.ru/ru/operativnaya_informatsiya/grafik_dvijeniya_po_smp.html))).

4. Данные оперативного прогноза скорости обледенения кораблей (по алгоритмам Over-land and Pease at the Pacific Marine Environmental Research Laboratory, National Centers for Environmental Prediction, <ftp://ftpprd.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/omb/prod/>).

5. Оперативные ледовые карты Северного Ледовитого океана (Арктический и антарктический НИИ <http://wdc.aari.ru/datasets/d0015/arctic/sigrid/>).

6. Прогнозные данные моделирования разлива углеводородов (Государственный океанографический институт).

7. Каталоги землетрясений (International Seismological Centre, ISC, <http://www.isc.ac.uk>).

8. Тайловые карты GoogleMaps.

На стартовой странице платформы пользователь может выбрать одно из двух приложений: Arctic и Barents Sea. При выборе первого приложения запускается ГИС ГеоМонитор с блоком анализа климатических процессов Арктики. Второе приложение запускает ГИС ГеоМонитор с блоком анализа оперативной и прогнозной обстановки в Баренцевом и Белом морях.

В докладе будут представлены основные элементы технологии, примеры ее применения. Работа поддержана грантами РФФИ 16-07-00326 и 17-07-00494.



## **Применение брокера сообщений для гарантированного сбора и накопления показателей**

*Горбачева А.Е.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

При разработке и эксплуатации больших информационных систем (БИС) обязательно решается задача сбора, накопления и обработки большого количества показателей функционирования. Тем более важным является техническое решение, которое будет применено для этой задачи. Оно должно обеспечивать гарантированное получение и сохранение информации, учитывая отказы оборудования, информационной базы и прочее. Для того чтобы обеспечить бесперебойную работу модулей сбора и накопления данных вне зависимости от проекта, предотвратить потерю данных, а также увеличить процент отказоустойчивости, используется брокер сообщений.

Под брокером понимается сервер, который занимается сбором, хранением и маршрутизацией сообщений между компонентами. Основным элементом брокера является очередь. Именно из нее клиент забирает сообщения.

В представленном докладе рассказывается о техническом решении, тестируемом во ВНИИГМИ-МЦД, по внедрению в работу брокера сообщений, а именно о реализации модуля логирования показателей мониторинга в СУБД PostgreSQL с использованием фреймворка Apache ActiveMQ как одного из более ярких представителей брокеров.

Цель брокера – принимать входящие сообщения от приложений и выполнять некоторые действия над ними:

- маршрутизировать сообщения одному или нескольким адресатам;
- преобразование сообщений в альтернативное представление;
- выполнение обработки сообщения требуемым образом в процессе доставки;
- вызов Web-служб для извлечения данных;
- обеспечивает бесперебойный прием и извлечение данных;
- позволяет выбрать альтернативные оптимальные маршруты;
- обеспечивает долговременное хранение сообщения после его отправки;
- дает возможность получения сообщений без создания серверных приложений.

Основная задача программы – упрощение приема и обработки в очереди сообщений согласно определенной структуре; сохранение показателей по заданному алгоритму и релевантности изъятия сообщений по их приоритету в базу данных; отправка сообщений из определенных очередей в REST-сервис для их наглядного представления в определенном формате.

## **К вопросу о контроле качества гидрометеорологических массивов при подготовке ежегодных и многолетних данных о режиме морей и морских устьев рек**

*Евстигнеев В.П.<sup>1</sup>, Наумова В.А.<sup>1</sup>, Евстигнеев М.П.<sup>2</sup>, Остроумова Л.П.<sup>3</sup>, Любарев Е.П.<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup> Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды,*  
*<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,*  
*<sup>3</sup> ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н.Зубова»*

Одним из ключевых требований при обработке результатов наблюдений на сети станций и постов Росгидромета является качество статистических совокупностей гидрометеорологических данных, позволяющих получать надежные оценки гидрометеорологического режима отдельных регионов, составляющие основу справочно-климатической информации и помещаемые, например, в объединенных выпусках ежегодных многолетних изданий Государственного водного кадастра. В Методических указаниях по составлению таблиц ежегодных и многолетних данных заложена система признаков качества (признаки сомнительных и забракованных данных), дающих представление о надежности представленной характеристики.

На качество статистических совокупностей гидрометеорологических данных оказывает решающее влияние наличие пропусков в наблюдениях. Для оценок средних выборочных значений (средние за декаду, месяц, год) разработан ряд рекомендаций по учету пропусков, где указана важная роль последовательности их возникновения в ряду наблюдений – подряд или вразбивку.

В связи с тем, что в последние десятилетия накоплены большие объемы гидрометеорологических данных по отдельным регионам, авторы работы посчитали целесообразным вернуться к вопросу об объективном определении допустимого числа пропусков при расчете средних значений гидрометеорологических параметров на примере Азово-Черноморского региона.

Немаловажной характеристикой качества является климатологическая однородность гидрометеорологических рядов данных, межгодовая изменчивость элементов которого должна определяться только естественной изменчивостью макропроцессов, формирующих погоду и климат данного района. Однако структура временных рядов гидрометеорологических данных, как правило, содержит элементы искусственного происхождения, возникающие вследствие смены методики наблюдения или способов измерения, смены местоположения пункта наблюдения и многого другого. Использование неоднородных данных в практике климатологических исследований приводит к неопределенности в оценках гидрометеорологического режима, сделанных на их основе.

Особо критичен вопрос однородности при оценке опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений, поскольку даже незначительное изменение в значениях средних величин может приводить к существенному их изменению в экстремальном диапазоне изменчивости.

Поэтому в настоящей работе отдельное внимание уделено вопросам внедрения в практику контроля качества исторических массивов гидрометеорологических данных современных алгоритмов поиска и устранения их неоднородности опять же на примере Азово-Черноморского региона.

## ГИС «Черное море»: доступ к данным и дополнительные возможности

*Жук Е.<sup>1</sup>, Халиулин А.<sup>1</sup>, Вязилов Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»

<sup>2</sup> ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»

ГИС является наиболее удобным и наглядным инструментом для организации хранения, доступа и визуализации данных с географической привязкой. Создаваемая ГИС «Черное море» разрабатывается на основе современных информационных технологий, которые обеспечивают автоматизацию процессов доступа и представления информации. Особенностью данной ГИС является использование при ее разработке только свободного программного обеспечения (СПО). В качестве картографического сервиса используется MapServer, численные данные хранятся в СУБД MySQL, картографические данные – в виде файлов в share- и geoTiff-форматах для доступа, для обработки и обмена данными используются модули, написанные на php и Python.

ГИС обеспечивает доступ к следующей информации:

- гидрологические данные;
- гидрохимические данные;
- карты климатического атласа (карты «Температура морской воды», «Соленость», «Плотность», «Теплозапас», «Концентрация кислорода в морской воде», «Положение нижней границы аэробных вод»; «Положение верхней границы сероводородной зоны»);
- спутниковые изображения MODIS AQUA («Температура поверхности моря», «Концентрация хлорофилла а», «Излучаемая радиация»);
- социальноэкономические данные;

Дополнительные возможности пользователям ГИС предоставляет наличие в ее составе прогностических модулей (в настоящее время таких модулей два):

- прогноза распространения нефтяного загрязнения;
- прогноза распространения нелинейных длинных волн типа цунами в прибрежной зоне.

ГИС имеет удобный, интуитивно понятный интерфейс. В качестве примера на рисунке показан Интерфейс ГИС «Черное море» с отображением гидрологических и спутниковых данных.

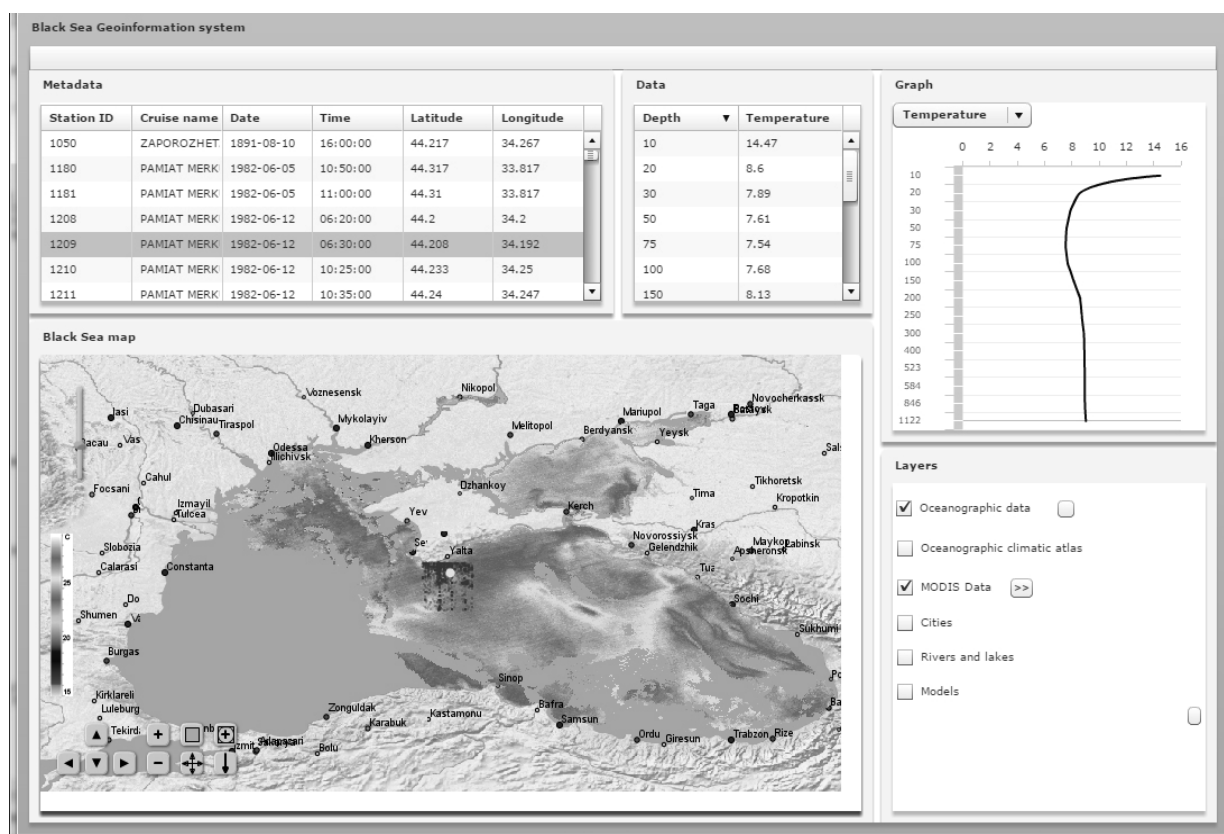


Рис. Интерфейс ГИС «Черное море» для доступа и отображения гидрологических и спутниковых данных

ГИС неоднократно тестировалась на компьютерах с популярными браузерами (Google Chrome, Opera, FireFox, Internet Explorer), что подтвердило работоспособность системы. Текущая версия ГИС работает в режиме ограниченной функциональности как по количеству океанографических данных (обеспечен доступ лишь к данным, ранее вошедшим в международные базы данных), так и отдельных сервисов.

Модульная структура системы позволяет наращивать функциональность ГИС и включать в нее не только новые данные, но и модули для работы с ними. В дальнейшем ГИС «Черное море» может быть использована как управленческими структурами, так и в образовательных целях.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0010 «Фундаментальная океанология».

## **Исправление ошибок в базе данных автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений (АСУНП)**

*Ибрагимова В.И., Нефедова Г.И., Пузова Н.В.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Согласно приказу Госкомгидромета от 20.06.86 №141 на ВНИИГМИ-МЦД возложена организация и ведение централизованного автоматизированного учета и отчетности по составу всех оперативно-производственных сетевых организаций Госкомгидромета. В РД 52.04.107-86 была предложена учетная карточка ГМ-10. В учетной карточке представлены поля, отражающими название, тип станции, ее принадлежность УГМС, адрес, виды наблюдения с перечнем комплексов наблюдения по каждому виду и другая информация. Заполненные карточки высылались во ВНИИГМИ-МЦД, где операторы заносили их в автоматизированную систему учета наблюдательных подразделений (АСУНП). В 2008 г. был организован удаленный доступ к системе, и в 2015 г. АСУНП была введена в эксплуатацию с широким доступом к информации с помощью Интернет. Сразу же были выявлены недостатки в этой реализации, связанные с полнотой, качеством сведений о наблюдательных подразделениях (НП). Возникла необходимость расчета затрат на различные виды наблюдений, выполняемые на станциях и постах.

С 2015 г. началась модернизация АСУНП. Был организован сбор кадрово-финансовой информации по НП (затраты каждого подразделения на связь, транспорт, ФЗП). Разработан современный Web-интерфейс для работы с системой. Для повышения полноты, качества сбора данных, а главное скорости ввода изменений были разработаны средства удаленного ввода и корректировки сведений о состоянии и обеспечении НП.

Несмотря на большую работу по улучшению качества данных АСУНП, проведенную как ВНИИГМИ-МЦД, так и УГМС, в базе данных (БД) системы имелись систематические и грубые ошибки, такие как:

- не всегда присутствовали необходимые для идентификации пунктов наблюдений (ПН) синоптические индексы, коды ГВК, коды водных объектов и др.;
- некоторые НП, числящиеся как действующие, были закрыты или законсервированы;
- отсутствовали у некоторых ПН такие атрибуты, как координаты местоположения;
- часть ПН не имели значений кодов комплексов наблюдений и наоборот, отмечены комплексы наблюдений, но не было отметки о наличии такой сети;
- отсутствовала информация о многих научно-исследовательских и попутных судах;

– в некоторых полях (например, «Кем организована станция», «Адрес станций», «Земельный участок») не понятно или не точно заполнена информация;

– атрибут «Период», в котором отмечается прекращение или открытие новых наблюдений, плохо формализован.

Было разработано специальное программное обеспечение «Контроль ошибок», которое использует 29 правил проверки качества данных. Эти правила постоянно корректируются и добавляются с учетом замечаний УГМС. Каждый день по Планировщику заданий запускаются задания по контролю данных по всем УГМС. Результат работы заданий каждое УГМС видит в своем АРМ во вкладке «Контроль ошибок» (<http://asunp.meteo.ru>). Количество ошибок на 1 января и 1 сентября 2017 г. в БД АСУНП представлено на рис. 1. Следует отметить, что в связи с уточнением правил контроля у некоторых УГМС количество ошибок, несмотря на проведенные исправления, даже увеличилось.

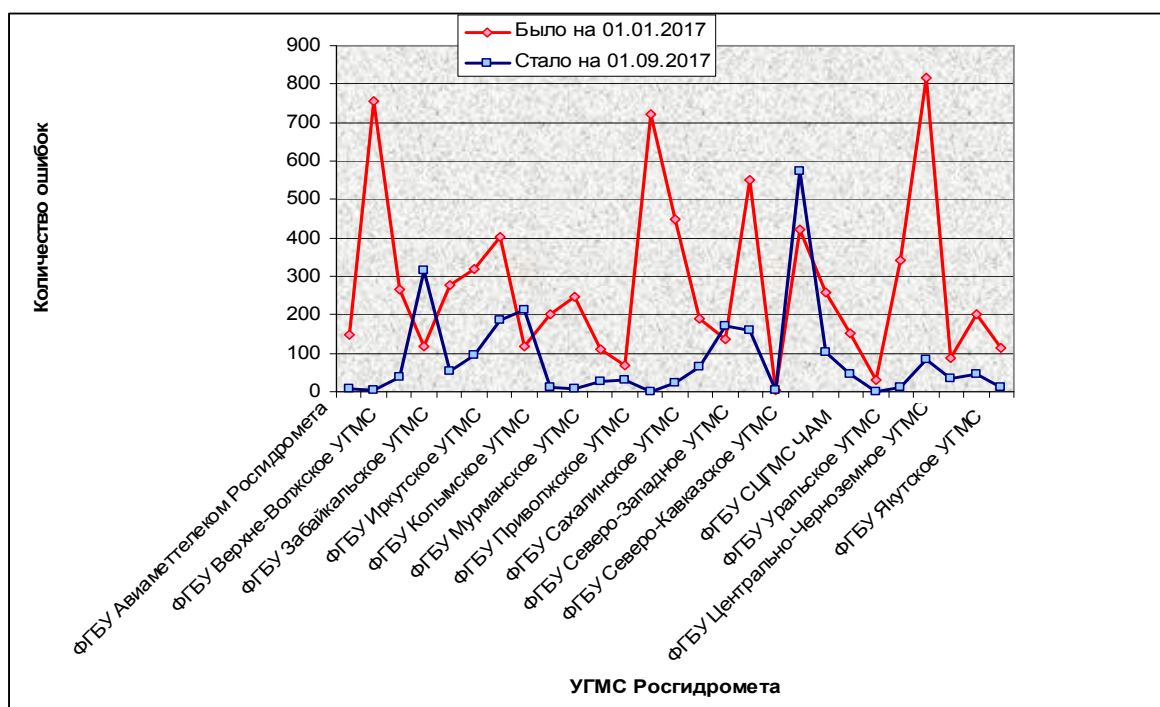


Рис. 1. Результаты работы по контролю данных АСУНП за текущий 2017 год

Перспективами развития АСУНП является продолжение работ по повышению полноты и качества отражения сведений о НП (ввод сведений о НП других ведомств, отражение участия НП в различных международных и национальных проектах, получение сведений о модернизации станций и постов – установка измерительных систем, уточнение дат открытия и закрытия отдельных видов наблюдений, сведений о земельных участках).

## **Средства для разработки автоматизированной системы морских прогнозов на примере Черного моря**

*Иванчик А.М., Иванчик М.В.  
ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»*

Важным направлением в разработке систем морских прогнозов является автоматизация их работы. Разработка морских мониторинговых систем может быть выполнена на основе существующих стандартных средств. Но все они применительно к данной предметной области имеют определенные недостатки.

Было принято решение разработать пакет программ, который бы решал задачи построения морских мониторинговых систем и дальнейшей их эксплуатации. Языком программирования был выбран C++, что обусловлено следующими соображениями. C++ поддерживает как процедурное программирование, так и объектно-ориентированное. Выбор был остановлен на Qt – кроссплатформенный инструментарий для разработки программного обеспечения на языке программирования C++. Кроме того, Qt является фундаментом популярной рабочей среды KDE, входящей в состав многих дистрибутивов Linux.

На языке C++ с использованием классов Qt4.7 был создан комплекс компьютерных программ «CalcMan», который оптимизирован для управления морскими мониторинговыми системами, прост для изучения и использования при разработке систем, не требует изучения больших объемов информации, имеет в своем составе все необходимые средства, в том числе средства для контроля разработки и дальнейшей эксплуатации систем, имеет развернутую систему помощи, а также систему ведения журналов работы.

Комплекс компьютерных программ «CalcMan» предназначен для управления процессом вычислений в автоматическом и интерактивном режимах. Основными задачами, решаемыми с помощью комплекса компьютерных программ «CalcMan», являются:

- разработка систем управления вычислительными процессами;
- навигация по разрабатываемым и разработанным системам управления вычислительными процессами;
- отладка систем управления вычислительными процессами;
- выполнение вычислительного процесса;
- автоматическое ведение журналов выполнения вычислительного процесса.

Комплекс программ «CalcMan» работает в среде Windows XP, Windows 7, Windows 10. Как работа с проектами, так и с заданиями, осуществляется средствами, привычными для пользователей операционной системы Windows. Он дает возможность создавать разветвленные системы с использованием внешних программ, написанных на языках как



транслируемых, так и интерпретируемых, позволяет точно отображать структуры реальных автоматических систем мониторинга и с помощью простых средств полностью автоматизировать выполнение задач управления вычислительными процессами в морских прогностических системах.

С помощью пакета программ «CalcMan» созданы автоматические системы сбора данных, вычислений и валидации в проектах «MyOcean1», «MyOcean2» и других, в гранте РФФИ № 14 -45-01552. Эти системы эксплуатируются в Экспериментальном центре морских прогнозов МГИ. В процессе эксплуатации пакет программ показал высокую надежность, удобство применения, эффективность.

## **Автоматизированная система диагноза и прогноза состояния Черного моря**

*Иванчик А.М., Иванчик М.В., Коротаев Г.К., Ратнер Ю.Б., Холод А.Л.  
ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»*

Развитие морской инфраструктуры современных государств требует создания систем диагноза и прогноза состояния морской среды, подобных тем, которые были развиты в метеорологии для прогноза погоды. Эти системы основаны на использовании математических моделей морской среды, усваивающих наблюдения, в сочетании с современными информационными технологиями, обеспечивающими автоматизацию их непрерывного функционирования.

Безотказное функционирование системы морских прогнозов основано на тщательном проектировании ее структуры и достижении максимально возможного уровня автоматизации ее работы, начиная от ввода данных, необходимых для выполнения прогнозов, собственно расчетов и до организации хранения конечных продуктов и их выдачи потребителям. Эффективность системы Черноморского центра морских прогнозов достигнута ее организацией по модульному принципу в соответствии со стандартами Европейской системы центров морских прогнозов Copernicus.

В состав системы морских прогнозов входит два основных модуля: модуль, предназначенный для выполнения морских прогнозов – (Production Unit – PU, в терминологии Copernicus), и модуль, предназначенный для хранения данных и их передачи потребителям в графической и цифровой формах представления данных (Dissemination Unit – DU, в терминологии Copernicus). Взаимодействие между модулями осуществляется посредством внутренних компьютерных сетей передачи данных, файл-сервера данных и средств сети Интернет.

В модуль PU входят подсистема сбора и подготовки входных данных, необходимых для выполнения морских прогнозов, три подсистемы диагноза и прогноза состояния морской среды и подсистема валидации результатов диагноза и прогноза физических полей Черного моря. PU функционирует под управлением операционной системы Windows. Все подсистемы PU спроектированы и реализованы по единому стандарту с использованием оригинального комплекса компьютерных программ CalcMan, предназначенного для проектирования структуры, разработки и отладки программных систем управления и автоматизации вычислительных процессов морских прогнозов, а также контроля функционирования систем диагноза и прогноза состояния морской среды. Для выполнения отдельных операций обработки данных используются программы-исполнители, написанные на языках программирования FORTRAN, C++ и R, а также управляющие программы-менеджеры,

разработанные на языке программирования CalcManPack комплекса программ CalcMan, созданного в отделе морских прогнозов ФГБУН МГИ.

В состав модуля DU входит THREDDS-сервер. Он работает в оперативном режиме и доступен в сети Интернет по адресу <http://mis.bsmfc.net:8080/thredds/catalog.html>. Результаты расчетов выкладываются на THREDDS-сервер. Доступ к данным реализован через продуктовые линейки. Доступны интерфейсы OPENDAP, WMS и NetcdfSubset. Визуализация результатов работы системы прогноза состояния Черного моря выполняется через интерактивный графический интерфейс Godiva2, который является стандартным компонентом THREDDS-сервера. Он позволяет получить значение прогнозируемого параметра в любой точке акватории, визуализировать горизонтальные и вертикальные сечения, создавать анимационные картинки в заданных временных интервалах, строить временные ряды и вертикальные профили.

В результате работы системы Черноморского центра морских прогнозов ФГБУН МГИ созданы архивы данных модельных расчетов физических, биогеохимических и биооптических параметров состояния морской среды за период с 2012 по текущую дату. Также были созданы архивы данных реанализа полей физических и биогеохимических параметров Черного моря за периоды 1971–2001 и 1992–2012 гг. На основе накопленных данных ведутся работы по валидации результатов расчетов, осуществляется совершенствование используемых математических моделей морской среды и изучаются процессы, наблюдаемые в Черном море.

Работа выполнена в рамках международного проекта FP7-SPACE-2011-1 SPA.2011.1.5-01 Prototype operational continuity of GMES services in the Marine Area, государственных заданий – тема № 0827-2014-0011 «Исследования закономерностей изменений состояния морской среды на основе оперативных наблюдений и данных системы диагноза, прогноза и реанализа состояния морских акваторий», а также частично при поддержке РФФИ, «Новые методы и суперкомпьютерные технологии анализа и прогноза Мирового океана и Арктического бассейна», соглашение № 17-77-30001 от 02 августа 2017 года.

## **Программный комплекс обработки и представления данных для поддержки принятия решений о выдаче предупреждений о возможном формировании смерчей над Черным морем**

*Калмыкова О.В.*

*ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»*

В Российской Федерации наиболее смерчеопасной территорией является акватория Черного моря. Ежегодно за сезон с мая по октябрь в ней регистрируются порядка 30–40 смерчей. В большинстве случаев эти смерчи, как впрочем и водяные смерчи, в общем, не приносят каких-либо разрушений и часто распадаются в море, не достигнув побережья. Повышенная смерчеопасность данной территории тем не менее не исключает возможности возникновения в ее пределах и более мощных по своей интенсивности смерчей.

Оправдываемость штормовых предупреждений о смерчах над Черным морем, выдаваемых имеющейся системой предупреждения, как правило, невысока. С целью повышения эффективности работы данной системы был разработан программный комплекс, предусматривающий автоматическое формирование предупреждений, содержащих информацию о пространственном охвате участков акватории Черного моря и о временных промежутках, в течение которых по данным участкам прогнозируется опасность возникновения смерчей в их пределах.

В основе разработанного программного комплекса лежит предложенная автором методика оценки и прогноза смерчеопасности на российской акватории Черного моря. Данная методика есть результат адаптации современных подходов к обнаружению смерчей и прогнозированию смерчеопасных ситуаций к рассматриваемому региону. Методика включает выделение смерчеопасных областей с различными зонами риска на базе данных численного моделирования атмосферы, присвоение категорий риска областям облачных ячеек, обнаруженных по результатам обработки спутниковых снимков, а также формирование конечных предупреждений о возможном возникновении смерчей.

В состав программного комплекса входят оперативная база данных, подсистема предварительной подготовки данных, подсистема расчета смерчевых предикторов, подсистема оценки и прогноза смерчеопасности, а также подсистема визуализации данных.

Оперативная база данных предназначена для хранения набора данных систем мониторинга в пределах рассматриваемого региона, в частности сети грозопеленгаторов и сети ДМРЛ, а также продукции, формируемой по результатам работы программного комплекса. Наполнение базы данных осуществляется в непрерывном режиме по мере поступления новых данных.

Подсистема предварительной подготовки данных реализует выборку из исходного поступающего информационного потока данных систем мониторинга тех данных, которые относятся к рассматриваемому региону, запись этих данных в оперативную базу данных, а также обработку результатов численного моделирования атмосферы и последующую запись их в базу данных.

Подсистема расчета смерчевых предикторов реализует вычисление на базе исходных данных численного моделирования индексов конвективной неустойчивости атмосферы, используемых для идентификации условий, благоприятных для возникновения смерчей. В перечень вычисляемых индексов были включены те широко используемые в метеорологической практике индексы, которые показали наилучшую эффективность своей работы в предыдущие сезоны смерчей на российской акватории Черного моря в 2014–2016 гг., а также специально разработанный региональный индекс прогноза водяных смерчей.

Подсистема оценки и прогноза смерчеопасности является программной реализацией ранее упомянутой предложенной методики. По результатам ее работы формируются конечные предупреждения двух видов – по заранее установленным областям и по областям облачных ячеек.

Подсистема визуализации данных предназначена для наглядного представления на интерактивной картографической основе всего набора данных, оперируемых в программном комплексе. Предусматриваются три режима визуализации – архивные данные, данные реального времени и прогностические данные.

Предупреждения, формируемые в рамках работы разработанного программного комплекса, нацелены на дальнейшее использование дежурным синоптиком в процессе принятия им решений о выдаче реальных предупреждений о возможном возникновении смерчей над Черным морем.

## **Макет электронной интерактивной энциклопедии актуального состояния и программы наблюдений морской гидрологической сети Российской Федерации и ее соответствие требованиям ВМО и МОК ЮНЕСКО**

*Комчатов В.Ф.*

*ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»*

Проведен анализ развития морской береговой и устьевой наблюдательной сети с конца XVIII века (например, гидрологическая станция Гребной Порт, начало наблюдений – 1777 год; гидрологическая станция Охотск, начало наблюдений – 1789 год; гидрологическая станция Кронштадт, начало наблюдений – 1804 год и т.д.).

Порядка тысячи гидрометеорологических станций морской береговой и устьевой наблюдательной сети участвовало в наблюдениях на морях по сбору гидрометеорологической, гидрохимической и гидрологической, включая ледовую, информации, а также осуществляло наблюдения за уровнем загрязнения морских вод.

Наблюдательная сеть является основой для получения информации о состоянии окружающей среды. Согласно статье 42 Конституции РФ, каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Вместе с тем в последние годы отмечается значительное сокращение развития Государственной наблюдательной сети. Из 448 гидрометеорологических станций, действовавших в России в середине 80-х годов прошлого столетия, по состоянию на 31.12.2016 г. морские наблюдения проводились на 233 морских береговых и устьевых наблюдательных пунктах. Также существует такая проблема, как сокращение и изменение программы наблюдений на морских и устьевых станциях и постах.

На сегодняшний день база данных АСУНП не в полной мере содержит информацию о недействующих пунктах морских наблюдений и динамику изменения количественного состава морской сети в целом. Пополнение базы данных АСУНП информацией о недействующих морских наблюдательных подразделениях – первоочередная задача, решение которой позволит оценить текущее состояние морской наблюдательной сети и наметить этапы ее восстановления до минимально необходимого уровня.

Согласно Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года, основные положения которой подтверждены Указом Президента РФ от 20 июля 2017 года, отмечена необходимость формирования и последующего развития общегосударственного (межотраслевого) научно-технического комплекса, включающего единую систему мониторинга Мирового океана и его морей. В этой связи особая роль отводится задаче модернизации и развития государственной наблюдательной сети.

Для решения задачи обеспечения модернизации и развития государственной наблюдательной сети в целях повышения качества информационного обеспечения необходимо осуществить увеличение количественного состава пунктов государственной наблюдательной сети (с учетом рекомендаций Всемирной метеорологической организации), прежде всего восстановление количественного состава реперных морских станций, закрытых за последние 30 лет.

В обеспечение качественного функционирования сети ВНИГМИ МЦД разработана «Автоматизированная система учета наблюдательных подразделений» (АСУНП), на совершенствование которой и направлены наши предложения по формированию макета электронной интерактивной энциклопедии актуального состояния и программы наблюдений морской гидрологической сети Российской Федерации и ее соответствие требованиям ВМО и МОК ЮНЕСКО.

## Методы и средства построения изолиний в ГИС ЕСИМО

*Лазарева А.И.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Портал Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане позволяет получать доступ к широкому спектру информационных ресурсов, полученных от источников из различных ведомств, а геосервисы, построенные на основе исходных данных, предоставляют доступ к данным в виде точек изолиний и поверхностей. Большинство гидрометеорологических данных визуализировано в виде изолиний, однако в ходе эксплуатации портала были выявлены ошибки и недочеты при их построении. В результате выявилась необходимость найти способ улучшения качества изолиний.

Целью данной работы является поиск оптимального алгоритма и средства построения изолиний.

За построение изолиний для гидрометеорологических данных на портале ЕСИМО отвечает алгоритм построения, основанный на использовании библиотек географической информационной системы GRASS GIS. Для улучшения качества изолиний рассматриваются варианты оптимизации алгоритма построения посредством использования:

- сторонних библиотек на примере геоинформационной системы GMT;
- модулей библиотек GRASS GIS, отличных от используемых сейчас.

Также применимо использование дополнительных модулей и библиотек GRASS GIS, дополняющих существующий алгоритм построения.

В данной работе представлены алгоритмы и модули, использующие перечисленные выше средства построения изолиний, приводится сравнительный анализ способов построения, а также рассматриваются результаты работы каждого алгоритма на примере тестовых данных.

В ходе проведенной работы было выявлено, что:

- алгоритм построения, основанный на использовании системы GMT, дает отличный результат при работе со слоями с малым количеством точек;
- алгоритм построения слоев, основанный на применении других библиотек системы GRASS GIS, не дает лучшего результата в сравнении с существующим;
- алгоритм с применением дополнительных методов фильтрации и сглаживания к слоям, полученным в ходе работы используемого ныне метода построения, дает наилучший результат для слоев как с большим количеством точек, так и с малым.



## **Применение технологий Semantic Web для доступа и поиска информации из словаря параметров ЕСИМО**

*Масленникова А.В.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

XXI век – век инноваций. Тенденции постоянно меняются – одна технология в спешке замещает другую, появляются новые возможности. Они ускоряют процесс обмена данными, а также улучшают способы хранения данных, предоставления доступа посторонним лицам и организуют сортировку информации. Одна из таких актуальных технологий – Semantic Web – технология создания ссылок таким образом, чтобы человек или машина могли исследовать сеть данных. Коллекция Semantic Web технологий (RDF – способ описания данных в формате триплов, OWL – язык описания семантики, SPARQL – язык запросов к RDF и т.д.) обеспечивает среду, в которой приложение может запрашивать данные, делать интерфейсы, используя словари и т.д.

Применение Semantic Web предполагает создание онтологии (онтологической модели) ЕСП ЕСИМО, использование языка и протокола SPARQL для усовершенствования доступа к данным словаря и схемы его распространения в рамках информационных систем Росгидромета. А реализованный Web-интерфейс поможет продемонстрировать работоспособность сервисов.

В докладе рассматриваются следующие применения технологии Semantic Web относительно единого словаря параметров ЕСИМО:

1. Применение технологии OWL для создания онтологической модели единого словаря параметров.
2. Реализация модуля наложения данных из БД словаря на созданную онтологию (RDF).
3. Реализация планировщиков для автоматического обновления онтологии, загрузки и хранения онтологии с данными RDF на семантическом Web-сервере Fuseki.
4. Использование протокола SPARQL для создания REST-сервисов поиска и представления информации из онтологической модели.
5. Создание Web-интерфейса для поиска и представления информации из онтологической модели на основе созданных сервисов.

Настоящая работа позволит усовершенствовать доступ к ЕСП ЕСИМО без использования каких-либо специализированных программ.

## Вопросы оптимизации и повышения качества информационных ресурсов ЕСИМО

*Михайлов Н.Н.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Под оптимизацией информационных ресурсов ЕСИМО понимается реорганизация состава информации, предоставляемых центрами/поставщиками информации в единую систему, ее описаний и других представлений с целью повышения качества информационного обеспечения морской деятельности. Оптимизация информации неотделима от ее качества.

В докладе рассматриваются рекомендации по выполнению оптимизации и повышения качества информационных ресурсов ЕСИМО по направлениям:

- конфигурирование информации;
- качество метаданных;
- качество данных;
- доступность информации;
- актуальность информации;
- востребованность информации.

В контексте оптимизации предусматривается разделение информационных ресурсов ЕСИМО на следующие категории:

- регламентные данные (используются для обеспечения морской деятельности, обладают качеством и актуальностью согласно приведенным выше методикам и руководствам, являются востребованными пользователями – статистики ЕСИМО подтверждают обращения к ним);

- дополнительные данные (не востребованные пользователями (нет обращений к ним) на текущий момент и представляющие собой основу для регламентных данных при необходимости (появлении пользователей), являются «заготовками»/«запасниками» информации ЕСИМО);

- демонстрационные данные (предоставляет обладатель информации – центр/поставщик информации в качестве иллюстрации информационных и сервисных возможностей);

- блокированные данные (исключены из оборота ЕСИМО, как минимум переведены в статус «регистрируемые» в контексте функционала Поставщика данных – средства регистрации информационных ресурсов, применяемого ценами/поставщиками информации единой системы).

Даются предложения по организации работ по оптимизации центрами/поставщиками информации ЕСИМО.

## Подготовка и передача океанографических данных в информационную систему Европейского сообщества SeaDataNet

*Мухеев А.С.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» уже много лет участвует в международном проекте SeaDataNet. В нем участвуют более 100 национальных центров океанографических данных и морских организаций из 35 стран ЕС и СНГ. В рамках этого проекта обеспечиваются интеграция морских наборов данных и доступ к ним (<https://www.seadatanet.org/>). В данный момент на портале SeaDataNet представлены российские данные о состоянии морской среды в объеме около 131 тысячи российских станций.

Для передачи данных на портал необходимо предварительно преобразовать исходные данные в один из транспортных форматов SeaDataNet (ODV) и подготовить XML-файлы метаданных общего индекса данных (CDI) для соответствующего каталога SeaDataNet. В качестве источника данных используется порейсовый архив данных в формате ОКЕАНПЭВМ.

Общий процесс передачи данных можно разделить на несколько этапов:

- проверка исходных файлов;
- формирование данных и метаданных;
- выборка необходимых станций;
- проверка полученных файлов;
- загрузка данных на сервер;
- предоставление доступа пользователям к данным.

Для облегчения процесса обработки и передачи океанографических данных на портал SeaDataNet используется следующий набор программных инструментов:

- NIS\_OPVM (разработан А.А. Кузнецовым) – проверка исходного файла, извлечение данных из входного файла, формирование ODV- и CDI-файлов;
- Mikado – проверка и редактирование полученных файлов метаданных в формате CDI;
- Octopus – проверка полученных ODV-файлов данных на соответствие формату SeaDataNet ODV;
- Ocean Data View 4 – просмотр полученных данных, выбор интересующих станций, проверка данных, поиск ошибок;
- Download Manager – предоставление доступа пользователям к данным.

В докладе будут рассмотрены более подробно основные этапы подготовки данных для передачи и используемые для этого инструментальные средства. Отдельное внимание будет уделено возможностям автоматизации обработки океанографических данных.

## **Оценка рисков в освоении морских ресурсов на примере Черноморского региона**

*Соколов В.А.*

*ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»*

Обосновывается постановка тематики исследований, связанная с минимизацией расходов на проведение бизнес-проектов в рассматриваемом морском регионе, связанных с реализацией в нем различных природных процессов, мешающих их проведению, а также минимизации расходов на страховку работ в рамках бизнес-проектов в этом регионе. Приводится практический пример постановки такой задачи в работах по обеспечению безопасности проводки судов и реализации их погрузочно-разгрузочных работ в порту Новороссийск. Описываются осваиваемые в Черноморском регионе (ЧР) морские ресурсы, для каждого из которых определяются риски, связанные с их освоением. Проводится ранжирование рисков в освоении морских ресурсов по степени их общности в ЧР. Предлагается решение задачи понижения зависимости работ по освоению морских ресурсов от природных рисков решать по пути изучения тенденций в их климатической изменчивости в рассматриваемых регионах для учета этих тенденций в планировании реализаций будущих бизнес-проектов.

## **Применение космической системы «Арктика» в оперативном гидрометеорологическом обеспечении**

*Степанов В.В., Павлова Е.А.*

*ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Морской лед является основным определяющим фактором при планировании и проведении морских операций в Арктике. Знание особенностей распределения льда на поверхности моря и динамики его распределения во времени дают возможность выбирать различные варианты плавания в пределах одного района. Информация о состоянии ледяного покрова, необходимая для выбора оптимального варианта плавания судов во льдах, является важнейшим элементом специального гидрометеорологического обеспечения морских операций в замерзающих морях.

Используемая при этом гидрометеорологическая и ледовая информация должна обеспечивать выработку исходных данных для безаварийной эксплуатации и соблюдения сроковой дисциплины, а также правильную оценку возможного влияния гидрометеорологических факторов на использование технических средств.

Каждый из видов морской деятельности характеризуется своими пространственно-временными масштабами. Поэтому при планировании различных морских операций необходимо различное время упреждения гидрометеорологического прогноза. Оптимальное использование гидрометеорологической информации для планирования и осуществления морских операций предполагает их согласование с пространственно-временными масштабами гидрометеорологических процессов. Если подготовка операций осуществляется с упреждением в несколько суток, то информация может быть получена путем анализа и прогноза синоптической обстановки. В случае проведения операции в течение нескольких часов требуются данные о параметрах атмосферы и океана на момент проведения операций и срок осуществления действий. Данное обстоятельство выдвигает особые требования к используемой информации – она должна одновременно обеспечивать как прогноз по значительным пространствам Земли средней и малой заблаговременности, так и фактический диагноз состояния погоды в промежутки времени, исчисляемые часами.

Современный уровень проведения морских операций предполагает применение передовых концептуальных положений действий сил и средств в природной среде. К ним можно отнести использование теории Джона Бойда в военной и гражданской сферах [1]. Практическая аналогия цикла Дж. Бойда и научного метода является подтверждением междисциплинарного характера его теории «НОРД». Концепция, разработанная Джоном Бойдом, «НОРД» (англ. OODA, O-observe, O-orient, D-decide, A-act) – это кибернетический

самовоспроизводящийся и саморегулирующийся цикл, имеющий в своей структуре четыре процесса: наблюдение, ориентация, решение, действие (рис. 1).

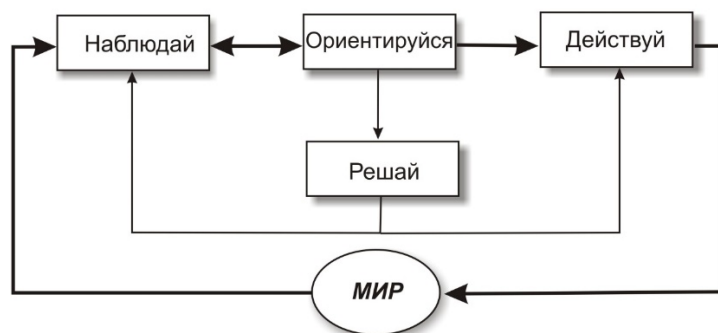


Рис. 1. Простейшее представление цикла «НОРД»

Модель «НОРД» предполагает многократное повторение петли действий: происходит реализация принципа обратной связи. Согласно Дж. Бойду, любые процессы, соответствующие реальности, действуют в непрерывном цикле, постоянно взаимодействуют с окружающей средой и учитывают ее постоянные изменения [2]. Соответствие цикла Дж. Бойда общей методологии научного метода заключается в аналогии их этапов: наблюдение соответствует формированию гипотезы, проверка гипотезы – построению теории, соответствующей данным наблюдения. В настоящее время петля (или цикл) «НОРД» стала стандартом цикла принятия решений во многих областях знания.

Если рассматривать морскую операцию с точки зрения цикла «НОРД», можно выделить два основных способа достижения преимущества. Первый из них заключается в более быстром (в количественном измерении) осуществлении всего цикла действий. Это позволяет действовать быстрее, чем ситуация изменяется. Второй способ состоит в улучшении качества принимаемых решений – необходимо принимать те решения, которые в большей степени соответствуют складывающейся ситуации. На каждом шаге принятия решения необходимо стремиться к постепенному получению качественных и количественных улучшений.

Первые три шага цикла «НОРД» связаны непосредственно с процессами сбора информации, ее распределения, осмысления, анализа и принятия решений на основе полученной информации. Чем быстрее осуществляются сбор, распределение, анализ, восприятие информации, тем быстрее принимается решение. Скорость и правильность принятия решений определяют успешность морских операций, особенно при нештатных ситуациях.

Из вышесказанного следует, что выбор источника информации влияет как на ускорение этапов наблюдения и ориентации, так и на повышение эффективности на этапе принятия решений.

На рис. 2 показана согласованность пространственно-временного континуума планируемых действий (стрелка серого цвета) и проведения морских операций (стрелка черного цвета) [3].

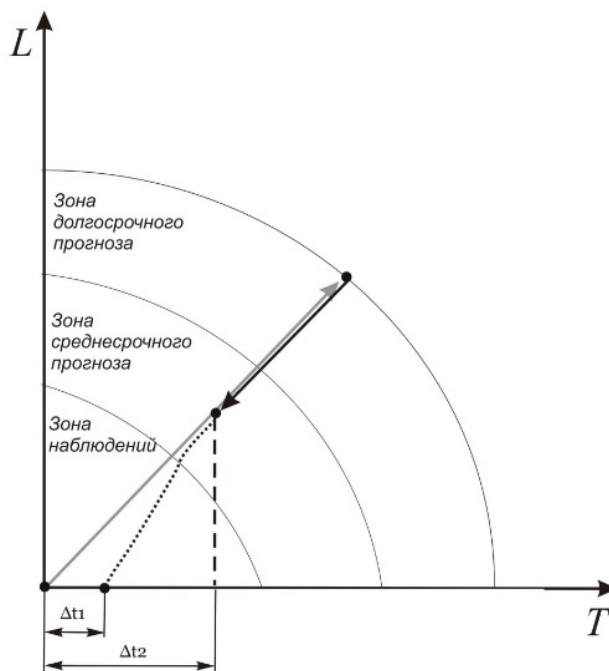


Рис. 2. Удлинение этапов морских операций при использовании хронокартографического метода

Атмосферные процессы, за которыми осуществляется контроль при проведении морских операций, имеют синоптический масштаб, соответствующий временным рамкам до нескольких суток и пространственными размерами от 2000 до 10 000 км. Измерение параметров атмосферы осуществляется на сети наблюдения Росгидромета в синоптические сроки с интервалом  $\Delta t_1 = 3$  часа. С такой же периодичностью данные становятся доступны для потребителей. Сокращение этого интервала (практически до значения  $\Delta t_1 = 0$ ) возможно с использованием технологий наукастинга – методики сбора, обработки, передачи и сверхкраткосрочного прогноза метеорологических величин и явлений до интервала в несколько минут [3].

Если информация о ледовой обстановке передается пользователям в виде карт, то интервал  $\Delta t_2$  в настоящее время составляет нескольких дней. Сокращение этого интервала достигается обеспечением доступа пользователей к имеющейся ледовой и гидрометеорологической информации в реальном масштабе времени.

С началом использования метеорологических и ресурсных искусственных спутников Земли (ИСЗ) стало возможным проводить непосредственные наблюдения процессов синоптического масштаба в океане и атмосфере. Данный факт означает, что характеристики

процессов масштаба 1000 (1500) – 10 000 км и периода до 3–5 суток перешли из разряда расчетных в разряд наблюдаемых [4].

Осуществлению принятого решения всегда предшествует, как элемент целенаправленного процесса, этап планирования действий. Решение принимается на основе прогностической информации, в том числе гидрометеорологической, описывающей ситуацию не во время принятия решения, а во время его реализации. Поэтому имеющаяся в период принятия решения информация должна описывать не текущую, а будущую ситуацию, то есть носить упреждающий, прогностический характер.

Из вышеизложенного следует, что при наличии прогностической информации в момент наблюдения время на принятие решения сокращается, что предоставляет большие возможности в процессе планирования морской операции.

Это относится и к ледовому обеспечению, когда необходимо уменьшить цикл «решение» или обработки информации. «Ключом» к решению этой задачи является анализ результатов космической съемки и предмет выявления структуры или «рисунка» нарушений сплошности ледяного покрова (трещин, полыней, разводий) как индикаторов динамических процессов в ледяном покрове.

В работах М. Назирова на основе анализа регулярных космических данных было показано, что наиболее устойчивые черты пространственной структуры ледяного покрова формируются главным образом из-за гидротермодинамического воздействия на лед водных масс, в силу чего взаимные вклинивания ледяных массивов, отображаемые на космических снимках, могут быть использованы в качестве индикаторов некоторых процессов динамики не только приповерхностных, но и глубинных слоев морских вод [5].

Мгновенная картина рисунка нарушения сплошности ледяного покрова является результатом влияния комплекса одновременно происходящих динамических процессов различного масштаба. Они включают ветровое давление, влияние течений, влияние силы Кориолиса, приливно-отливные силы, градиенты атмосферного давления, внутреннее напряжение в массиве льда, влияние пограничного слоя и наклона морской поверхности. Но наибольший вклад в деформацию ледяного покрова вносит прежде всего влияние ветра и подводных течений [6].

По характеру и взаимному положению трещин, полыней и разводий можно судить о процессах, происходящих в ледяном покрове; кроме того, элементы нарушения сплошности ледяного покрова могут свидетельствовать о процессах, которые возможны в ближайшем будущем. Трещины в сплошном льду могут свидетельствовать о начальных стадиях подвижек льда, сжатиях [5].



В 80-х годах М. Назировым был предложен метод квазисиноптического анализа рисунка изображения ледяного покрова [5]. Суть метода заключается в том, что на изображении ледяного покрова соединяют между собой плавными линиями достаточно четко прослеживаемые каналы, полыньи и разводья. Эти линии можно экстраполировать по направлению перемещения, ориентируя их преимущественно вдоль длинных осей крупных льдин, и по полученному полю линий с учетом других факторов определяют зоны и причины взаимного вклинивания ледяных полей.

В последнее время в гидрометеорологии используются численные методы прогноза погоды. При этом значительно повысилась точность среднесрочного и долгосрочного прогнозов. Аномально большие ошибки в результатах (особенно по северным территориям) обусловлены прежде всего погрешностями задания начальных условий, которые зависят от качества исходной информации и должны быть универсальными. До сих пор эти исходные данные получают от международной базовой группировки метеорологических геостационарных космических аппаратов, которые малоэффективны для рассматриваемой территории [7].

Для мониторинга Арктического региона в настоящее время разрабатывается многоцелевая гидрометеорологическая системы «Арктика», ориентированная на комплексную информационную поддержку решения проблемных задач социально-экономического развития северного региона России. Входящая в ее состав космическая подсистема «Арктика-М» будет иметь принципиальные преимущества по условиям наблюдения и информации в Арктическом регионе, соответствующей всем требованиям ВМО. Подсистема будет обеспечивать получение информации в квазинепрерывном режиме с различным пространственным разрешением [7].

Таким образом, наличие полной, качественной и своевременной гидрометеорологической информации, а также новый подход к ее использованию (с опорой на рисунок нарушений сплошности ледяного покрова) позволит повысить скорость и качество оперативного гидрометеорологического обеспечения, что напрямую связано с успешностью морских операций.

1. *Ивлев А.А.* Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации. М., 2008. [электронный ресурс [http://pentagonus.ru/\\_ld/0/23\\_KES.pdf](http://pentagonus.ru/_ld/0/23_KES.pdf)].
2. *Черняк Л.* Петля Бойда и кибернетика второго порядка // Открытые системы. 2013-7/ М., 2013. С. 54–56.
3. *Белоцерковский А.В.* Адаптивные методы сверхкраткосрочного прогнозирования в мезомасштабных задачах метеорологии. Дисс. на соискание ученой степени д-ра физ.-мат. наук по ВАК 11.00.09, 1996. 246 с. Санкт-Петербург: РГГМУ.

4. *Степанов В.В.* Очерки спутниковой синоптической метеорологии. СПб.: Изд-во ЛЕМА, 2011. 192 с.
5. *Назиров М.* Льды и взвеси как гидротермодинамические трассеры по данным космических многозональных съемок / Под ред. чл.-кор. АН СССР В. В. Богородского. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 161 с.
6. *Thorndike A.S., Colony R.* Sea ice motion in response to geostrophic winds // J. of Geophys. Res., 1982. Vol. 87, N C1., P. 5845–5852.
7. Автоматические космические аппараты для фундаментальных и прикладных научных исследований // Под ред. Г.М. Полищук, К.М. Пичхадзе. М.: Изд-во МАИ ПРИНТ, 2010.

## **Особенности формирования ледового покрова в Керченском проливе в январе – феврале 2017 г.**

*Федоренко А.В.*

*ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»*

На основе спутниковой информации, данных гидрометеорологических станций и авиационных разведок проведен анализ появления и эволюции ледового покрова в Керченском проливе за период с 1953 по 2017 год. С помощью цифровой обработки снимков со спутников выявлены районы наиболее интенсивного увеличения толщины дрейфующего льда в Азовском море. Исследованы синоптические условия, вызвавшие резкое увеличение толщины дрейфующего льда в Керченском проливе в январе – феврале 2017 года. Показано, что эти явления были обусловлены перемещением и усилением над континентом блокирующих антициклонов, вызывающих проникновение холодных воздушных масс из арктических регионов далеко на юг, а также дрейфом льда с северо-востока Азовского моря на юг и юго-запад.

# СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

## Сети М2М в задачах гидрометеорологии

*Архипкин В.Я., Архипкин В.В.*

*Общество с ограниченной ответственностью «Каскад»*

Сети М2М определяются как сети, объединяющие оконечные устройства, работающие без участия или с ограниченным участием человека как конечного пользователя. Необходимо отметить, что человек как конечный пользователь является нетипичным инициатором входа в сеть М2М, он только случайно или разово (опционально) становится потребителем результатов работы М2М.

Международный союз электросвязи определяет понятие «устройство» (устройство М2М), под которым понимается элемент оборудования, обладающий обязательными возможностями коммуникации и дополнительными возможностями проведения измерений, а также ввода, хранения и обработки данных. Устройства осуществляют сбор различных видов информации и передают ее по информационно-коммуникационным сетям для дальнейшей обработки. Сетевой базой для реализации концепции М2М являются самоорганизующиеся сети, обеспечивающие автоматический выбор топологии сети, автоматическое подключение новых устройств к сети и автоматический выбор маршрутов передачи пакетов данных в сети без участия человека.

В работе рассматривается идеология построения таких сетей на примере комплекса технических средств (КТС) «Каскад-М2М». Топология КТС «Каскад-М2М» соответствует принципам построения централизованной системы с вертикальной иерархией прохождения информации от периферийных устройств (датчиков, счетчиков, измерителей, сенсоров) до информационно-управляющего центра, осуществляющего непрерывный контроль над объектами наблюдения. КТС имеет распределенную архитектуру, представляющую собой совокупность взаимосвязанных средств контрольно-измерительной и вычислительной техники, коммуникаций и программного обеспечения.

Структура построения КТС «Каскад-М2М» приведена на рис. 1.

Эти сети работают в нелицензируемом частотном диапазоне (433 или 868 МГц). Автономные оконечные модули сетей могут работать с любыми устройствами, имеющими интерфейсы RS-232, RS-485, или телеметрическими (импульсными) выходами, в том числе с цепью «НАМУР».



Рис. 1

Основными достоинствами КТС «Каскад-M2M» являются:

- низкое энергопотребление и длительное время автономной работы конечных модулей (около 6 лет) за счет организации дежурного режима;
- высокая проникающая способность радиосигнала в городской застройке;
- отсутствие необходимости получения разрешения на использование радиочастотного спектра и платы за него из-за применения нелицензируемых частот.

Использование в КТС «Каскад-M2M» помехоустойчивого кодирования и скремблирования данных защищает систему от несанкционированного доступа, а использование квитирования данных и двунаправленного канала повышает помехозащищенность и позволяет в любое время контролировать состояние конечных устройств.

Протокол КТС «Каскад-M2M» дает возможность:

- упростить процедуру развертывания сети сбора данных до интуитивного уровня;
- проводить автоматический поиск приборов и подключение к сети сбора данных;
- исключить дополнительные синхронизирующие устройства при развертывании сети;
- выдавать результаты подключения в виде логической структуры сети.

Программное обеспечение КТС «Каскад-М2М» построено по модульному принципу.

Схема взаимодействия модулей приведена на рис. 2



Рис. 2

Используемая в КТС программа «Автопоиск» позволяет выполнять операцию по конфигурированию сети в ручном и автоматизированном режимах, а также отображать пространственное положение объектов и маршруты передачи данных.

Анализ задач, решаемых в гидрометеорологии, климатологии и океанографии, позволяет сделать вывод о возможности использования КТС «Каскад-М2М» для пространственного мониторинга окружающей среды, а именно при сборе информации, ее обработке, анализе, хранении и распространении данных.

## Анализ современного состояния баз данных ФГБУН МГИ и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» по Черному морю и перспективы их дальнейшего развития

Воронцов А.А.<sup>1</sup>, Годин Е.А.<sup>2</sup>, Ингеров А.В.<sup>2</sup>, Исаева Е.А.<sup>2</sup>, Халиулин А.Х.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»

<sup>2</sup> ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»

Черное море по числу выполненных в нем океанографических станций относится к наиболее исследованным регионам Мирового океана. Сегодня в мире существует ряд баз океанографических данных по Черному морю, сформированных в ходе реализации как национальных, так и международных проектов. К наиболее полным из них следует отнести базы данных, созданные в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУН МГИ. В рамках договора о творческом сотрудничестве в настоящее время проводятся работы по сопоставлению массивов океанографических данных по Черному морю, имеющихся в этих организациях.

На данном этапе проводится сравнение двух массивов метаданных, которые содержат информацию об океанографических станциях, выполненных в Черном море научными судами России, Украины, Болгарии, Турции, США, Франции, Румынии, Дании и других стран с конца XIX века по 2015 год. Массив ВНИИГМИ-МЦД включает 145 868 станций начиная с 1884 года. Массив банка океанографических данных ФГБУН МГИ (БОД МГИ) – 160 724 станции, первая из которых относится к 1890 году (текущая версия массива сформирована в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0011).

Предварительный анализ показывает, что между двумя массивами наблюдаются различия не только в общем количестве станций, но и в их распределении как во времени, так и по акватории Черного моря (рис. 1 и 2).

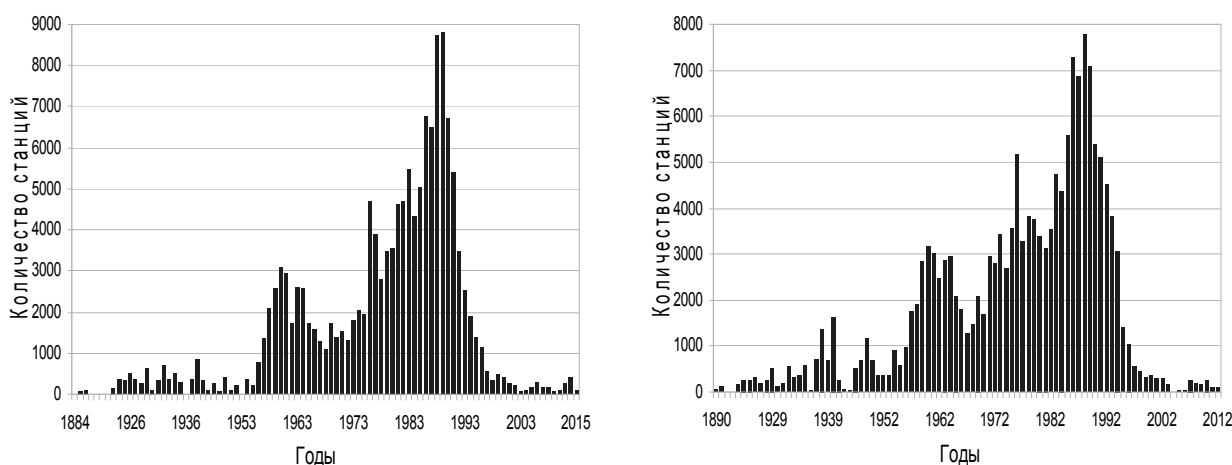


Рис. 1. Распределение океанографических станций по годам: а – массив ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»; б – массив БОД МГИ



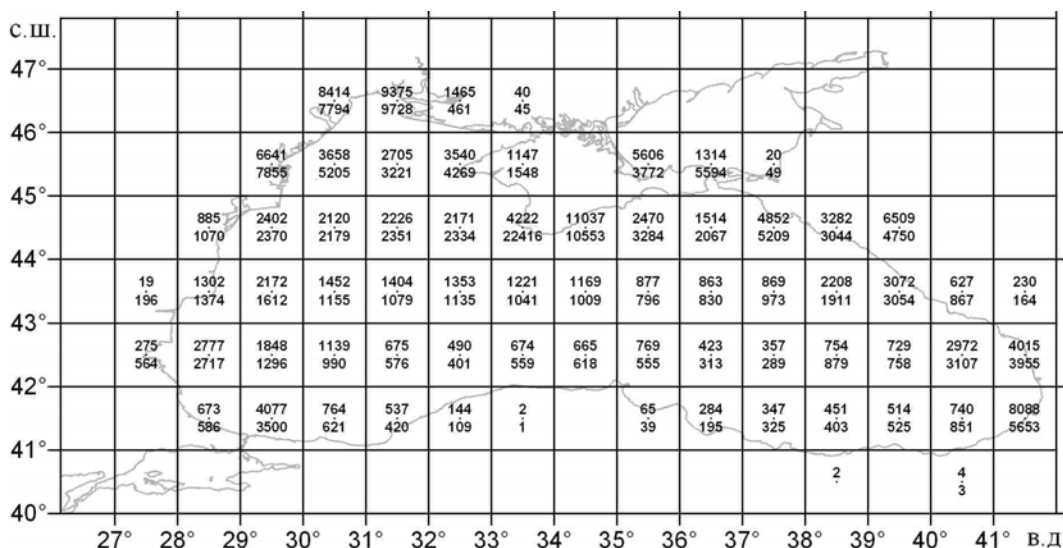


Рис. 2. Распределение океанографических станций по квадратам в акватории Черного моря: верхнее число – массив ВНИИГМИ-МЦД, нижнее – массив БОД МГИ

С целью оптимизации процедуры сравнения двух массивов данных в БОД МГИ подготовлена специальная программа. Эта программа позволяет просматривать метаданные (в том числе количество горизонтов), визуализировать на карте, относящиеся к текущему рейсу или дате, станции из обоих массивов (рис. 3) и расставлять «флаги», помечающие станции как «дубли», «дубли под сомнением» и «уникальные».

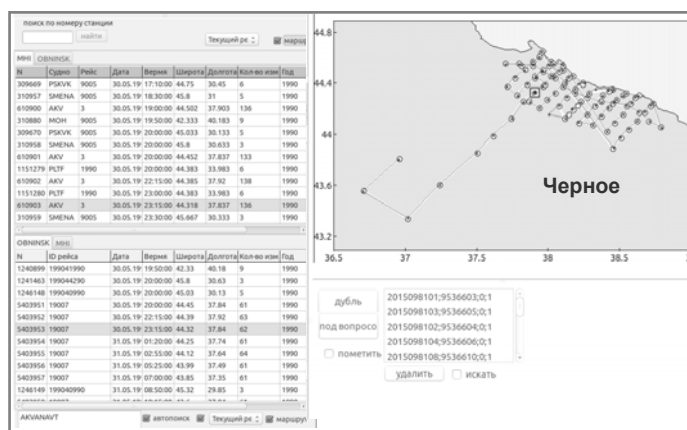


Рис. 3. Пример работы программы

В дальнейшем представляется целесообразным формирование совместной (ФГБУН МГИ и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») базы океанографических данных по Черному морю. По предварительной оценке, такая база будет включать не менее 172 тысяч станций, что могло бы послужить надежной информационной основой для анализа климатических процессов в Черном море и создания различных информационных продуктов, в разработке которых в обеих организациях накоплен значительный опыт. Результаты проводимых работ также могут быть востребованы при организации Черноморского регионального узла ЕСИМО на базе ФГБУН МГИ, что полностью соответствует целям Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации на период до 2030 года.

## **Об интенсивности осадков во внетропических циклонах Северной Атлантики на основе показателей ЕСИМО**

*Вязилова Н.А.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Исследования климатических изменений гидрологического цикла показывают увеличение общего глобального количества осадков на Земном шаре приблизительно на 6,2 %, изменение в географическом распределении осадков, проявляющееся в увеличении их количества в зоне штормов и высоких широтах, и заметном уменьшении в субтропиках, а также, заметное увеличение количества случаев с осадками высокой интенсивности. Возможность выпадения экстремальных осадков в умеренных и приполярных широтах в большинстве случаев обусловлена формированием достаточно мощной циклонической структуры.

Целью настоящей работы является изучение пространственной и временной изменчивости повторяемости циклонов с различной интенсивностью осадков в летнюю и зимнюю половину года в Северной Атлантике и Европе на основе показателей, рассчитанных и представленных на Портале ЕСИМО с ежемесячным обновлением значений. Расчет показателей проводится на основе 6-часовых данных реанализа-2 Национального метеорологического центра США (NOAA NCEP/DOE) за период с января 1979 по настоящее время – данные атмосферного давления на уровне моря в узлах сетки  $2,5^\circ$  для идентификации центров циклонов и расчета траекторий циклонов, а также данные интенсивности осадков в нижнем слое атмосферы в узлах сетки Гаусса.

Анализ показал, что, согласно климатическим расчетам, в основной зоне прохождения штормов, севернее  $50^\circ$  с.ш., преобладают циклоны с интенсивностью фронтальных осадков менее 1,25 мм/час. Осадки с интенсивностью более 1,25 мм/час, характеризующиеся как «дождь» и «сильный дождь», наблюдаются в циклонах преимущественно южнее  $55^\circ$  с.ш. При этом доля циклонов с интенсивностью осадков более 1,25 мм/час, как в северных, так и южных широтах, постоянно увеличивается. По всем градациям интенсивности атмосферных осадков повторяемость циклонов и в целом по региону, и в отдельных широтных зонах в течение всего периода исследования в летнюю половину года существенно выше по сравнению с зимней. Доля циклонов с высокой интенсивностью осадков в группе глубоких циклонов, циклонов с атмосферным давлением в центре от 970 гПа и ниже, существенно выше по сравнению с группой умеренных циклонов, и эта доля постепенно увеличивается.

## **Технологии сбора, обработки и визуализации гидрометеорологической информации, прогнозирования и доведения продукции до потребителей с использованием ГИС-технологий в ФГБУ «Дальневосточное УГМС»**

*Гаврилова Л.В.*

*ФГБУ «Дальневосточное управление по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды»*

В 2014 году разработана геоинформационная система визуализации гидрометеорологической и спутниковой информации «Метео-ДВ».

Система решает вопросы автоматизации процессов хранения, обработки и отображения данных наземной наблюдательной сети Дальневосточного региона, спутниковой и прогностической информации. Разработка выполнена с целью ее использования различными подразделениями Росгидромета и органами государственной власти.

Задачи ГИС «Метео-ДВ»:

- интеграция разнородной и распределенной информации о состоянии окружающей среды;
- взаимодействие с базами данных наблюдательной сети Росгидромета, обеспечение доступа к их ресурсам;
- информационное взаимодействие с зарубежными информационными системами;
- предоставление доступа к информации через Web-ресурсы.

Функции ГИС «Метео-ДВ»:

- справочная функция – предоставление метаданных: доступность метеорологической, гидрологической, прогностической и спутниковой продукции, ее размещение и вида представления;
- информационная функция – поиск, просмотр и загрузка данных на ПК, доставка информации по временной ленте, межсистемный информационный обмен;
- прикладная функция – реализация набора прикладных задач комплексной информационной системы.

Разработаны следующие группы сервисов:

- **Атрибутивная:** включает в себе все географические объекты: координатную сетку, береговые линии, реки и озера, государственные и административные границы, автомобильные и железные дороги, охраняемые объекты (заповедники, национальные парки, федеральные заказники).

- **Гидрологическая:** визуализация данных гидрологических наблюдений на текущий момент времени и их изменений за сутки, в том числе в режиме онлайн с автоматических гидрологических комплексов (АГК). Данные о высоте снежного покрова с метеорологических станций и с маршрутной снегосъемки, снегозапасы (наблюденные и модельные). Представлены спутниковые измерения влажности почвы и снежного покрова, а также вектора разливов рек.
- **Метеорологическая:** визуализация данных о температуре, давлении, направлении и скорости ветра в приземном слое, спутниковые измерения облачности, а также данные аэрологического зондирования на стандартных изобарических поверхностях.
- **Океанологическая:** визуализируются спутниковые измерения ледовой обстановки и приводного ветра.
- **Прогностическая:** визуализируются аналитические и прогностические поля метеорологических элементов приземного поля на стандартных и промежуточных изобарических поверхностях, рассчитанных на основе гидродинамического численного регионального прогноза (модель WRF-ARW), прогнозы уровней воды, суммарного уровня моря, разливы рек, прогностическая продукция динамики метеоэлементов в точке представлена в виде графиков, диаграмм и метеограмм.
- **Экологическая:** визуализация ежедневного экологического бюллетеня о состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод, радиационного загрязнения, кислотности осадков. Справка о состоянии окружающей среды за прошедший месяц. Диаграммы среднесуточных, максимальных и среднемесячных концентраций веществ в атмосферном воздухе.
- **Геофизическая:** отображение параметров ионосферных слоев и состояния геомагнитного поля Земли. Визуализация среднемесячных чисел Вольфа, медианных значений максимально применимой частоты для ионосферного слоя  $f_0F_2$ , действующих значений минимально применимой частоты и геомагнитной обстановки.
- **Спутниковая продукция:** представлены спутниковые изображения с КА Метеор, Ресурс, Канопус, Terra/Agua, Landsat.

## **Создание и внедрение Единой автоматизированной системы сбора и обработки результатов наблюдений Центра мониторинга загрязнения окружающей среды**

*Гусева Т.А., Пустынский И.С.  
ФГБУ «Дальневосточное управление по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды»*

2017 год объявлен в Российской Федерации Годом экологии. Одной из главных задач в экологическом направлении явилось создание и внедрение Единой автоматизированной системы сбора, обработки, анализа и оценки данных о состоянии загрязнения окружающей среды.

В соответствии с техническим заданием Центра мониторинга загрязнения окружающей среды в июле 2017 года Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета» сдал в опытную эксплуатацию Единую автоматизированную систему сбора, обработки, анализа и оценки данных о состоянии загрязнения окружающей среды (далее – АИС), имеющей следующее назначение:

- автоматизация функций сбора первичных наблюдений мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод и их систематизации;
- накопление и создание базы данных результатов исследования окружающей среды;
- формирование отчетных документов для дальнейшей комплексной оценки;
- обеспечение органов государственной власти, региональных надзорных органов, предприятий различных отраслей экономики и населения информационными документами об уровне загрязнения окружающей среды, ее изменении;
- снижение трудовых затрат и минимизация человеческих ошибок.

АИС обеспечивает прием и обработку первичных данных о состоянии и загрязнении поверхностных вод суши, атмосферного воздуха и уровне радиоактивного загрязнения в онлайн-режиме с использованием удобного интерфейса. Осуществляет ведение баз данных о фактических уровнях состояния и загрязнения объектов окружающей среды, формируемых на основе результатов измерений при аналитических испытаниях непосредственно оборудования. В программном обеспечении АИС заложен функционал по автоматическому формированию отчетных материалов из оперативной базы данных для информирования заинтересованных лиц о состоянии загрязнения окружающей среды, которые в открытом доступе отображаются на официальном сайте Дальневосточного УГМС в разделе «Мониторинг загрязнения окружающей среды» и на Геоинформационном портале «Метео-ДВ» в разделе «Экологическая информация». Кроме того, произведена интеграция

АИС с программными продуктами НИУ Росгидромета «Гидрохим-ПК» и «АСОИЗА», с использованием которых происходит комплексная оценка для подготовки и выпуска Ежегодников о состоянии и загрязнении природной среды.

С внедрением АИС функционирование Центра мониторинга загрязнения окружающей среды осуществляется в единой системе прозрачного, комплексного и автоматизированного управления в удобном интерфейсе. АИС позволяет выполнять большинство рутинных операций путем «нажатия одной кнопки», что значительно сокращает трудозатраты и ошибки со стороны оператора.

## **Опыт использования источников гидрометеорологической информации при подготовке специалистов метеорологов**

*Ефременко А.Н., Шемелов В.А.*

*ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Минобороны РФ*

При реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы специалитета по специальности «Метеорология специального назначения» – в Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского обучающиеся изучают дисциплину «Методы статистической обработки гидрометеорологической информации». Одной из тем этой дисциплины является тема «Источники гидрометеорологической информации в сети «Интернет». При изучении указанной темы обучающиеся знакомятся с источниками гидрометеорологической информации в сети «Интернет» и в ходе практического занятия в аудитории с возможностью доступа в сеть «Интернет» берут с указанных преподавателем сайтов наборы гидрометеорологической информации для их дальнейшего использования при выполнении лабораторных работ в качестве исходных данных.

При анализе источников гидрометеорологической информации в сети «Интернет» предпочтение отдавалось источникам данных метеорологических наблюдений. В качестве таких источников были выбраны:

- сайт «Расписание погоды», предоставляющий информацию о приземных метеорологических наблюдениях в аэропортах;

- сайты некоторых иностранных университетов, в частности университета штата Вайоминг, США, предоставляющего информацию о температурно-ветровом зондировании атмосферы.

Среди отечественных источников был выбран сайт ВНИИГМИ-МЦД, предоставляющий наборы данных о среднемесячной температуре воздуха по результатам приземных метеорологических наблюдений.

Полученные гидрометеорологические данные позволили организовать проведение лабораторных работ по таким видам статистического анализа, как дисперсионный, корреляционный, регрессионный, факторный, компонентный, дискриминантный, кластерный, а также статистический анализ метеорологических полей и временных рядов. Использование фактической гидрометеорологической информации позволило сформировать у обучающихся навыки ее получения, предварительной обработки и статистического анализа с использованием современных статистических пакетов.

## **Системный подход в управлении IT-инфраструктурой Мирового центра данных**

*Лобачев П.С., Колесников А.Е., Лебедева А.В., Орлянский Д.А.  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Основной деятельностью ВНИИГМИ-МЦД являются научные исследования, ведение Единого государственного фонда данных, создание и внедрение информационных технологий сбора, контроля, обработки и хранения гидрометеорологической информации, а также обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией, информацией о состоянии окружающей среды и ее загрязнении.

Для обеспечения решения задач института был создан внушительный информационно-коммуникационный комплекс (ИКК). ИКК включает не только разнообразное оборудование (вычислительное и телекоммуникационное), но и целые системы (архивная система, центр коммутации сообщений, система резервного копирования и др.). Эксплуатация и развитие такого комплекса требует больших скоординированных усилий.

Таким образом, основной целью является обеспечение нормального функционирования объектов ИКК ВНИИГМИ-МЦД, а также оперативное реагирование на нештатные ситуации и их устранение за минимальный срок.

Для достижения данной цели применяется системный подход в управлении инфраструктурой Мирового центра данных. Системный подход заключается во внедрении подсистем учета и управления инфраструктурой, подсистемы сбора и хранения показателей работоспособности объектов, подсистемы визуализации их состояний, а также регламентировании взаимодействия пользователей-потребителей и специалистов с объектами ИКК. Внедрение данных систем позволяет организовать не только своевременный доступ к информации о состоянии ИКК, но и обеспечить контроль работоспособности и производительности объектов инфраструктуры в режиме реального времени. Автоматизация некоторых процессов позволяет оптимально организовать работу персонала, обеспечивающего функционирование ИКК.

Реализация данного подхода к управлению инфраструктурой ВНИИГМИ-МЦД позволяет устранить проблемы, возникающие в ходе эксплуатации комплекса, а также облегчает подготовку решений по повышению работоспособности ИКК.



## **База данных «Состояние гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений на поверхностных водных объектах арктической зоны РФ»**

*Муждаба О.В.*

*ФГБУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Согласно нормативным документам Росгидромета за ААНИИ закреплено научно-методическое руководство всеми видами наблюдений в Арктике (кроме загрязнения), в том числе ледовые в морских устьях рек, на реках и озерах арктической зоны, ведение государственного мониторинга водных объектов. При этом выполнение задач и реализация функций в части научно-методического руководства наблюдениями и мониторингу водных объектов в арктической зоне РФ невозможны без информационного электронного ресурса, которым является база данных (БД) состояния гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений на поверхностных водных объектах арктической зоны РФ. Концепция организации базы данных базируется на бассейновом подходе с учетом методических принципов гидрографического районирования арктической зоны РФ в ее водоресурсных границах, а также она учитывает ранее разработанные в ААНИИ основы гидролого-морфологической типизации и гидрографического районирования устьевых областей больших рек арктической зоны РФ. БД создана, развивается и поддерживается в отделе гидрологии устьев рек и водных ресурсов ААНИИ в рамках темы 1.2.1.2. Плана ЦНТП Росгидромета.

База данных предназначена для ведения учета, состояния и контроля гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений и изученности Арктического региона, что позволяет решать следующие задачи:

- ведение каталога гидрометеорологической наблюдательной сети, содержащего паспортные (условно-постоянные) данные действующей и закрытой сети;
- оценить состояние наблюдательной сети в любой момент времени или периода инструментальных наблюдений;
- развитие и оптимизация гидрометеорологической наблюдательной сети на основе бассейнового подхода и географо-гидрологического метода с учетом особенностей гидрологического режима водных объектов в полярных районах;
- рациональное (в научном, организационном, экономическом и социальном аспектах) построение гидрометеорологической сети в АЗ РФ, в том числе оценка и контроль репрезентативности и типичности положения пунктов, качества наблюдений и работ, гармонизация с сетями других видов наблюдений;

- анализ гидрологической информации, поступающей с сетевых подразделений Росгидромета и ее обобщений, помощь УГМС по вопросам ведения учета гидрометеорологической сети по арктической зоне РФ;
- подготовка справочной информации для включения в издания ГВК;
- формирование выборок для атрибутивных таблиц в ГИС-системах.

База данных использует реляционную модель данных и проектировалась с обеспечением правил целостности данных. К настоящему времени БД содержит около 90 таблиц, в которых содержится более 80 тыс. записей. Основной раздел БД включает следующие таблицы: изученные водные объекты суши АЗРФ (более 1400 записей) в ее административно-территориальных и водно-ресурсных границах и тематические таблицы, описывающие их состояние и свойства в разных областях практического использования, подробные сведения о пунктах гидрометеорологических наблюдений за исторический период в Арктике (1850 НП) и выборочные ряды наблюдений основных гидрологических характеристик, списки других наблюдательных сетей Росгидромета в пределах АЗ РФ и др. В отдельный информационный блок схемы данных выделены морские устьевые области больших рек АЗ РФ (более 20). Служебный раздел БД включает классификаторы и кодификаторы, глоссарий и справочные таблицы по нормативным документам Росгидромета, Росводресурсов и Росморречфлота. Исходными материалами для БД послужили регламентированные издания и правовые документы Росгидромета, в том числе гидрологические ежегодники и многолетники, исторические массивы (на бумажных и электронных носителях) ОГХ из архива отдела гидрологии устьев рек и водных ресурсов, материалы из Госфонда ААНИИ, сведения с сетевых подразделений Росгидромета, ежегодно поступающие из УГМС в ААНИИ к ежегодному обзору работы гидрологической сети АЗРФ, результаты научно-методических инспекций в подразделения УГМС. К настоящему времени система реализована в среде MS Access'2010 как настольная СУБД. Развитие хозяйственной деятельности в Арктической зоне РФ определяет рост требований к информационному обслуживанию потребителей актуальными данными в режиме реального времени: разрабатываемая современная версия БД будет дополнена он-лайн связью ее объектов с ГИС-материалами, интерфейсом для визуализации данных на портале ААНИИ, протоколом доступа к ресурсу, что обеспечит эффективное использование данного раздела и будет способствовать информационной открытости.

## **Анализ случаев сильных летних дождей 2017 года для составления штормовых предупреждений**

*Никифорова А.Е., Песков Б.Е.  
ФГБУ «Гидрометцентр России»*

Детальный мезосиноптический анализ текущих приземных количественных характеристик полей метеорологических элементов в большей мере дополняет и уточняет прогнозы осадков по моделям Cosmo-ru7 и Cosmo-ru2 (шаг сетки 7 и 2 км соответственно).

Известный гидродинамический индекс, по которому в комплексе оцениваются влажность и изменение температуры по горизонтали и давление по времени, оказался значимым для 29.05 и 30.06 при существенных тропосферных ветрах.

При слабых ветрах 14.05 адвективный индекс малозначим, так как более важны небольшая возвышенность, горизонтальный контраст влажности и особенности полей давления, определяющие дневное летнее восходящее движение, достаточное для продолжительных сильных осадков в условиях слабой турбулентной диссипации энергии.

Сильные дожди 29.05 и 30.06, спрогнозированные по моделям Cosmo-ru7 и Cosmo-ru2 с большими ошибками, уточняются тенденциями изменений прогнозов со временем.

## **Восстановление долговременных термохалинных характеристик глубинных вод океана**

*Перескоков А.И.*

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»*

Для полноценного климатологического анализа весьма важно получить не только достаточно точные, но и сравнимые в пространстве характеристики климатически значимых физических параметров океана. Поэтому необходимо, чтобы их ряды в толще вод для характерных районов океана были статистически однородны, а их продолжительность была достаточно большой и одинаковой.

Океанологи не избалованы избытком долговременных рядов физических измерений в толще вод океана. Поэтому выявление тенденций долговременной изменчивости процессов в океане возможно лишь на основе результатов анализа более или менее длительных регулярных рядов измерений вертикальных распределений основных гидрофизических параметров (температуры и солености) для нескольких фиксированных станций или разрезов.

Однако материалы наблюдений на этих станциях не одинаковы по длительности и по периодам наблюдений и не достаточно длинные для восстановления годовых циклов характеристик толщи вод. Кроме того, ряд станций меняли свое положение.

В докладе приводится технология восполнения недостаточности данных регулярных наблюдений основных гидрофизических параметров в районах фиксированных станций и приведения их многолетних рядов в толще вод в тех районах океана, где средние аномалии параметров имеют важное климатологическое значение, к длительному непрерывному периоду.

Как известно, в гидрометеорологии основным условием корректирования данных наблюдений в целях сохранения их сравнимости является согласованность в ходе характеристик на соседних станциях. Согласованность во времени характеристик в пределах распространения каких-либо консервативных водных масс океана, изолированных от непосредственного контакта с атмосферой, связана с исключительно высокой устойчивостью процессов, нарастающей по мере удаления от побережий и в направлении от поверхности ко дну. Это дает возможность привлечения дополнительных исходных данных измерений, осредненных соответствующим образом во времени и в пространстве.

Последнее позволяет «привести» данные гидрофизических параметров соседних сопоставляемых станций (районов) к условиям основной станции путем введения соответствующих поправок и объединить данные наблюдений всего макрорайона в единый

ансамбль выборок, а затем сформировать массивы климатических характеристик параметров по району фиксированной станции в виде долговременных непрерывных рядов.

Этап технологии, связанный с формированием, обработкой и анализом временных рядов глубоководных данных, реализован с помощью прикладного программного приложения «ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ» (разработчики А.А. Воронцов, Г.И. Нефедова, А.И. Перескоков), созданного как автоматизированное рабочее место для работы с данными фиксированных станций и поддерживающего весь цикл: от проведения комплексной предварительной обработки исходных данных до реализации расчетных сценариев и обеспечивающего получение стандартизированной выходной продукции.

Технология восстановления и получения оценок T, S-характеристик длительных рядов дается применительно к океанической станции погоды (ОСП) «BRAVO», находящейся в центре моря Лабрадор – очаге формирования наиболее значимого из образующихся в Северной Атлантике компонентов глубинного комплекса вод. Восстановление долговременных рядов T, S-характеристик глубинных вод на ОСП «BRAVO» проведено для периодов (фаз) наибольшей конвективной активности, поскольку именно характеристики вновь сформировавшихся вод позволяют определить интенсивность конвективного обновления и объем обновленных глубинных вод в море Лабрадор, распространяющихся затем почти по всей Атлантике.

## **Программное обеспечение для получения данных, необходимых при статистическом моделировании вероятности аварийных ситуаций, вызываемых сжатиями дрейфующих льдов**

*Третьяков В.Ю.<sup>1,2</sup>, Фролов С.В.<sup>1</sup>, Клячкин С.В.<sup>1</sup>, Федяков В.Е.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

В связи с ожидаемой интенсификацией разработки морских месторождений углеводородов на акваториях Баренцева и Карского морей, а также на прибрежных месторождениях будут увеличиваться объемы морской транспортировки углеводородов наливными судами. Это приведет к увеличению опасности загрязнения окружающей среды углеводородами в результате возможных аварий танкеров. Для планирования стратегии морских перевозок углеводородов необходим анализ рисков аварийных ситуаций, включая риски загрязнения окружающей среды.

При моделировании морских транспортных операций методом Монте-Карло необходимо создать статистические распределения значений используемых в модели параметров. При этом распределения могут характеризовать как отдельные участки маршрута плавания, так и весь маршрут в целом. В случае моделирования аварийных рисков, вызываемых сжатиями судов дрейфующими льдами, учитываются только участки маршрута в дрейфующих льдах сплоченностью не менее 9 баллов без учета начальных форм.

Поэтому одним из параметров модели является суммарная протяженность маршрута в сплоченных льдах. Если при этом статистические параметры ледяного покрова относятся ко всему маршруту плавания в сплоченных льдах, то фактически это означает, что все сплоченные льды по маршруту «сведены» в один участок без разрывов, и при выполнении численных экспериментов с моделью направление движения и местонахождение судна во время плавания не важно. Такие допущения могут быть вполне обоснованы при имитации плаваний по относительно коротким маршрутам с относительно однородными ледовыми условиями. Однако такой подход может привести к недопустимому огрублению реальных условий при имитации более протяженных плаваний, например транзитов по Северному морскому пути, где имеет место существенное различие условий на разных участках маршрута. В таком случае при имитации следует использовать различные статистические распределения параметров модели для разных участков маршрута. Естественно, что из-за этого возникает необходимость в явной имитации движения судна по маршруту плавания.

Алгоритм компьютерной модели таков. 1. Важен учет направления движения, задаваемый пользователем. 2. При имитации плавания по протяженному маршруту выделяются участки плавания, в пределах которых используются локальные статистические

распределения параметров модели. 3. На основании статистического распределения определяются суммарная протяженность участков маршрута со сплоченными льдами. 4. При выполнении численных экспериментов отслеживается положение судна на маршруте, чтобы знать, к каким локальным статистическим распределениям следует обращаться. 5. При моделировании определяется точка первого вхождения судна в сплоченные дрейфующие льды. Для этого необходимо на основании данных ледовых карт построить для каждого из направлений плавания статистическое распределение положения этих точек. 6. Сплоченные льды не рассматриваются как единый массив, после входа судна в сплоченные льды выполняется испытание с определением протяженности однородной ледовой зоны сплоченных льдов. 7. Следующее испытание: имеет ли место в данной ледовой зоне сжатие? Если нет, то судно благополучно проходит данную ледовую зону. Если есть сжатие корпуса судна, то определение последствий: возникновение аварийной ситуации или нет. 8. Если ледовая зона пройдена, то рассчитываются оставшиеся протяженности всего маршрута плавания и суммы участков маршрута в сплоченных льдах. Отношение второй величины к первой рассматривается как вероятность нахождения судна в сплоченных льдах. 9. Цикл расчетов в течение имитации одного плавания выполняется до тех пор, пока не закончится суммарная протяженность сплоченных льдов.

Для получения данных для построения статистических распределений параметров модели создан ряд программ на языке Python. С помощью программы «led\_grad\_dlina» выполняются: расчет общей протяженности маршрута в сплоченных льдах 9–10 баллов; определение относительной протяженности пути в сплоченных льдах при наличии разных возрастных градаций (старых, толстых, средних, тонких однолетних и т.д.). С помощью программы «statistica\_led\_dlina» выполняется объединение созданных программой «led\_grad\_dlina» шейп-файлов, относящихся к одной возрастной градации льда и одному возрастному интервалу, в новый шейп-файл. Результаты используются как для анализа межгодовой динамики, так и для построения статистических распределений параметров компьютерной модели. Для получения статистических распределений толщины ровного льда по определенным маршрутам плаваний используются данные многолетних наблюдений на сети гидрометеорологических станций. Для автоматической обработки этих данных разработана программа «tolshina\_lda».

## **Программные приложения для элементов оперативного обеспечения морской деятельности при наличии ледяного покрова**

*Третьяков В.Ю.<sup>1,2</sup>, Фролов С.В.<sup>1</sup>, Федяков В.Е.<sup>1</sup>, Щербаков Ю.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»*

В ААНИИ разработана и совершенствуется компьютерная система выбора оптимального маршрута плавания в условиях наличия ледяного покрова. Эта система включает ряд блоков, реализованных в средах различных программных приложений. Первый блок – векторизация растрового слоя, созданного на основе космических снимков. В результате дешифровки создается векторный слой параметров ледяного покрова, включающих общую и частные концентрации льдов различных возрастных градаций.

Между моментом производства космического снимка и моментом подхода судна (каравана) к акватории, для которой нужно определить оптимальный маршрут плавания, существует промежуток времени. Поэтому необходим прогноз изменения ледовой обстановки, создаваемый с помощью компьютерной модели краткосрочного прогноза эволюции ледяного покрова, разработанной в Отделе ледового режима и прогнозов ФГБУ ААНИИ. Результат прогнозирования представляет собой набор текстовых файлов, содержащих группы ячеек матриц характеристик ледяного покрова. Объединение ячеек в группы выполняется по критериям близости значений характеристик. Далее эти объединенные ячейки матриц преобразуются в полигональные объекты трех шейп-файлов: характеристик сплоченности, возраста и форм дрейфующего льда; торосистости; интенсивности сжатий. Пользователь для оперативной работы добавляет на электронную карту (фрейм) ArcMap эти три шейп-файла с результатами прогнозирования эволюции ледяного покрова.

Затем пользователь создает с помощью манипулятора «мышь» ряд линейных слоев возможных маршрутов плавания. С помощью специально разработанного на алгоритмическом языке VBA программного обеспечения выполняется расчет суммарного времени прохождения каждого маршрута и результат выводится на монитор компьютера. Пользователь выбирает маршрут, координаты точек поворота маршрута записываются в текстовый файл, который выкладывается в сети Интернет для использования потребителями. Такая схема оперативной поддержки морских транспортных операций была реализована в среде ArcGIS 8.

Разумеется, такая схема оправдана лишь в случае относительно не продолжительных маршрутов плавания в ледовых условиях, когда ледовые условия за время прохождения маршрута меняются незначительно, и достаточен лишь один прогноз эволюции ледяного



покрова. В противном случае, должна применяться итерационная схема: маршрут строится на основании не одной прогнозной электронной карты ледовой обстановки, а нескольких. Так, сначала маршрут строится по карте первого прогноза, определяется местоположение судна (каравана) на этом маршруте к моменту получения следующего прогноза. Уже от этой точки на основании карт – результатов нового прогноза – строится следующий участок маршрута плавания и т.д.

При данном способе автоматизации оперативного обеспечения морских транспортных операций используется только один детерминированный параметр: время прохождения маршрута. Разумеется, опытный оператор также учитывает некоторые другие факторы, например вероятность попадания судна (каравана) в зону сжатий, «захлопывания» прибрежной или заприпайной полыньи и т.п., однако учет этих факторов не формализован.

Поэтому в настоящее время выполняется работа по кардинальной модернизации компьютерной системы выбора оптимальных маршрутов плаваний. Теперь время прохождения маршрута должно рассматриваться как случайная величина, рассчитанная на основании статистического моделирования с применением подхода Монте-Карло. То есть параметры модели расчета скорости движения судна (каравана) также должны рассматриваться как случайные величины. Полученные по картам – результатам прогноза – параметры сплоченности, возраста, форм дрейфующего льда; торосистости; интенсивности сжатий должны трактоваться как математические ожидания (МО) данных характеристик. По значениям МО корректируются статистические распределения характеристик, используемые для расчетов скоростей движения и, соответственно, затрат времени. Следовательно, разработка данной схемы моделирования требует определения статистических распределений параметров ледяного покрова с использованием всех доступных данных. Разумеется, эти статистические распределения должны строиться отдельно по участкам акваторий с однородным ледовым режимом и внутригодовым интервалам: месячным, полумесячным или декадным.

Ряд элементов модернизируемой компьютерной системы формализован на алгоритмическом языке Python для применения в среде ArcGIS 10.

## **Использование виртуальной реальности для моделирования результатов информационного обеспечения погодозависимой деятельности**

*Фокичева А.А.<sup>1,2</sup>, Тимофеева А.Г.<sup>1</sup>, Истомин Е.П.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета»*

*<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»*

Виртуальная реальность – это технология неконтактного информационного взаимодействия, создающая посредством мультимедийной среды эффект телеприсутствия. Сфера использования виртуальной реальности продолжает постоянно расширяться и в настоящее время охватывает такие направления деятельности, как производство, архитектура, маркетинг, медицина, развлечения, обучение персонала. В настоящей работе показано использование виртуальной реальности применительно к смежным задачам гидрометеорологии. Предложен тренажер виртуальной реальности, позволяющий моделировать принятие управленческих решений на основе информации об ожидаемой погоде. Целевая аудитория – менеджеры погодозависимых предприятий, представители региональных и федеральных органов власти. Демонстрация тренажера среди целевой аудитории способствует повышению информированности о выгодах использования гидрометеорологической информации при осуществлении экономической деятельности. Тренажер может применяться и при подготовке кадров в области экономики гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности.

Тренажер «Влияние неблагоприятных погодных условий на автомобильный транспорт» представляет собой аппаратно-программный комплекс для операционной системы Android и состоит из комплекта очков виртуальной реальности и смартфона. Программное обеспечение: графическая среда разработки трехмерных сцен Unity 3D; язык программирования C#, Python.

Пользователю предлагается поездка на виртуальном автомобиле. Маршрут движения автомобиля состоит из четырех участков. На каждом участке необходимо выбирать дорогу с определенными условиями погоды, по которой предстоит продолжать свой путь. На информационном табло для каждого варианта отображается *прогноз погоды, протяженность дороги и время в пути* с учетом ожидаемых условий погоды. Пользователь может не доверять тексту прогноза и при принятии решения ориентироваться на любую иную погоду. *Задача пользователя* – выполнить маршрут с минимальными затратами времени. Общее время прохождения маршрута будет определяться протяженностью выбранной дороги и степенью соответствия ожидаемых и фактически осуществившихся условий погоды. Затраты времени на прохождение маршрута преобразуются в денежные

величины при допущении, что имеет место аренда автомобиля. В зависимости от поставленных задач возможно усложнение алгоритма тренажера – введение вариации интенсивности и продолжительности неблагоприятных условий погоды, введение штрафов за отклонение от планируемого времени прохождения маршрута, учет влияния метеорологических условий на расход горючесмазочных материалов и т.п.

Тренажер демонстрирует экономическую целесообразность вовлечения метеорологических информационных ресурсов (краткосрочных и сверхкраткосрочных прогнозов погоды) в производственный процесс планирования и осуществления автомобильных перевозок. Представляет интерес разработка аналогичных моделей, имитирующих использование метеорологической информации в других погодозависимых отраслях экономики. Тренажер виртуальной реальности «Влияние неблагоприятных погодных условий на автомобильный транспорт» является составляющей образовательной программы, разработанной в ходе реализации проекта «Адаптивная учебная среда для развития компетенций в отношении влияния местной погоды, качества воздуха и климата на экономику и социальную жизнь (ECOIMPACT)», направленного на формирование концепции неразрывности экономической деятельности и гидрометеорологических условий.

Работа выполнена при поддержке Европейского Союза, программа ERASMUS+, грант 561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-SBHE-JP (2015-3320).

## **Методика оперативного контроля сейсмической обстановки для задач обнаружения предвестников цунами**

*Чёрный С.Э., Ефременко А.Н., Канарский И.Д., Подчасский А.С., Королёва О.А.  
ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Минобороны РФ*

Своевременное предупреждение о возможности образования такого катастрофического явления, как цунами, причиной которого является сейсмическая деятельность, составляет важнейший аспект безопасности морской деятельности. Поэтому решение задачи по оцениванию сейсмической опасности в конкретном районе и в заданный интервал времени представляет определенный практический интерес. Предпринимаются попытки решения подобной задачи с использованием метода, основанного на анализе временного хода сейсмичности по накопленной сейсмотектонической деформации земной коры. Выбор этого метода обусловлен тем, что временной ход накопления «высвобожденной» деформации земной коры достаточно физически обоснован и в среднем наиболее полно отражает особенности развития сейсмических процессов и процессов подготовки сильных землетрясений.

Доля упругих напряжений коры, превратившихся в неупругую деформацию (разрыв сплошности пород) за счет возникших за интервал времени землетрясений в некоторой области с заданным объемом, определяется аналитически.

Слежение за деформацией земной коры в заданном районе осуществляется путем расчета и анализа значений, полученных на основе аналитических выражений, ряда параметров сейсмотектонической деформации, фоновых значений скорости сейсмотектонической деформации, отношений скоростей сейсмотектонической деформации за разные периоды времени. Сейсмическая активность оценивается в различные интервалы времени рассматриваемого периода в каждой из зон площадью 1000 км<sup>2</sup>, на которые разбит исследуемый район. Экспертные оценки значений этих параметров, базирующиеся на экспериментальных данных, позволяют определять их граничные рамки, разделяющие условия сейсмической обстановки, по каждому из набора параметров на опасные, допустимые и безопасные.

Комплексация полученных оценок параметров сейсмотектонической деформации по трем градациям условий сейсмической обстановки осуществляется с использованием процедуры их нормирования и осреднения с учетом правил нечеткой логики. Интегральная оценка каждой из градаций сейсмической обстановки позволяет отнести выбранную зону по максимальному значению ее оценки к одной из градаций сейсмической обстановки. Полученные результаты анализа позволяют выделить области в рассматриваемом районе

с различной степенью сейсмической опасности. Данная методика оперативного контроля сейсмической обстановки при ее автоматизации позволяет оценивать эту обстановку в реальном масштабе времени при наличии архивной и текущей информации о сейсмических событиях.

Проведенные модельные испытания данной методики показали приемлемые результаты при сравнении с результатами, полученными другими авторами и с данными сейсмического районирования РФ (СССР).