

УДК 551.583

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РЕАНАЛИЗА И СЦЕНАРНОГО
КЛИМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЦЕЛЯХ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ**

Тайков Н. Д.

студент¹,

Российский университет транспорта РУТ (МИИТ),

Москва, Россия

Мишина В.А.

студент¹,

Российский университет транспорта РУТ (МИИТ),

Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются современные методы обработки данных реанализа и сценарного моделирования климата, направленные на использование в целях предупреждения экологических катастроф. Особое внимание уделено ассимиляции данных, анализу временных рядов, пространственному анализу, моделированию сценариев и ансамблевому прогнозированию. Рассмотрен случай разлива мазута в Керченском проливе в 2024 году, как пример, демонстрирующий необходимость применения прогнозирования для эффективного и оперативного реагирования и разработки стратегий адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Ключевые слова: климатические риски, реанализ, сценарное моделирование климата, экологические катастрофы, изменение климата, экология.

Научный руководитель: Матешева Анна Владимировна ведущий научный сотрудник ИФА РАН (Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова Российской академии наук), профессор, доцент, д.н., РУТ (МИИТ)
Scientific supervisor: Anna Vladimirovna Matesheva, leading researcher at IAP RAS (A. M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences), professor, associate professor, doctor of sciences, RUT (MIIT)
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

***METHODS OF DATA PROCESSING, REANALYSIS AND SCENARIO
CLIMATE MODELING FOR USE IN PREVENTING ENVIRONMENTAL
DISASTERS***

Taykov N. D.

student,

Russian University of Transport RUT (MIIT),

Moscow, Russia

Mishina V.A

student,

Russian University of Transport RUT (MIIT),

Moscow, Russia

Abstract

The article discusses modern methods of data processing, reanalysis and scenario modeling of climate, aimed at use in order to prevent environmental disasters. Special attention is paid to data assimilation, time series analysis, spatial analysis, scenario modeling and ensemble forecasting. The case of the fuel oil spill in the Kerch Strait in 2024 is considered as an example demonstrating the need to apply forecasting for an effective and prompt response and the development of adaptation strategies to changing climatic conditions.

Keywords: climate risks, analysis, scenario modeling of climate, environmental disasters, climate change, ecology.

В условиях глобальных климатических изменений и увеличения частоты экологических катастроф вопросы их предупреждения и минимизации последствий становятся особенно актуальными. Экстремальные погодные явления, такие как штормы, ураганы, наводнения и засухи, оказывают значительное влияние на окружающую среду, здоровье человека и экономику.

Одним из важнейших инструментов для изучения, предупреждения и минимизации последствий от данных явлений является получение своевременных и качественных оценок и прогнозов с использованием данных реанализа и сценарного климатического моделирования.

Реанализ метеорологических данных — это процесс использования компьютерных моделей для ретроспективного анализа архивных данных о погоде. Он включает использование статистических методов наблюдений из различных источников, сочетая наземные станции и спутники в глобальную атмосферную модель для создания непрерывной записи погодных условий [2]. Назначением реанализа является создание массива качественных данных в узлах сетки в целях изучения процессов над территориями, слабо охваченными данными наблюдений; исследование взаимодействия океана и атмосферы и аномалий климата; усовершенствование моделей прогноза погоды и изменчивости климата в различных регионах земного шара. Климатические модели, в свою очередь, используют эти данные для создания будущих сценариев, что позволяет заранее оценивать риски и готовиться к возможным катастрофам.

В последние годы значительные усилия направлены на разработку методов анализа и обработки метеорологических данных. Современные технологии, такие как машинное обучение, метаданные и суперкомпьютеры, открывают новые горизонты в прогнозировании и предупреждении природных и техногенных катастроф. Особую важность приобретает интеграция данных реанализа и сценарных климатических расчетов для создания многоуровневых систем управления рисками, которые позволяют не только реагировать на чрезвычайные ситуации, но и предотвращать их.

Целью данной работы является изучение ключевых методов обработки данных реанализа и сценарных климатических расчетов, а также показать их значимость при использовании для предупреждения экологических катастроф.

Предупреждение экологических катастроф требует применения современных методов обработки данных реанализа и сценарных климатических

расчетов. Эти методы позволяют анализировать большие объемы информации, выявлять тенденции и аномалии, а также разрабатывать модели для прогнозирования потенциальных рисков.

Основными методами обработки метеорологических данных являются:

- ассимиляция данных – это процесс объединения наблюдений из различных источников (спутники, наземные станции) с моделями атмосферы для получения наиболее точной картины состояния атмосферы в прошлом, этот метод позволяет улучшить качество климатических моделей и повысить точность прогнозов;

- анализ временных рядов – это изучение последовательностей данных для выявления трендов, сезонных колебаний и аномалий, он включает в себя такие методы как автокорреляционный анализ и спектральный анализ, которые помогают понять динамику климатических процессов и предсказать их будущее развитие;

- пространственный анализ – это оценка географического распределения климатических переменных с использованием методов интерполяции и экстраполяции, геостатистические методы, такие как кригинг, позволяют создавать карты распределения параметров и выявлять регионы с повышенным риском экологических катастроф [7].

Будущие климатические оценки основываются на моделировании будущих состояний климатической системы с учетом различных сценариев развития. Получение сценарных климатических оценок базируется на следующих подходах:

- моделирование сценариев – это разработка различных вариантов развития климатической системы в зависимости от предположений о будущих выбросах парниковых газов, изменениях в использовании земель и других факторов, этот метод позволяет оценить диапазон возможных климатических изменений и их потенциальное воздействие на окружающую среду;

- ансамблевое моделирование – это использование множества моделей или запусков одной модели с различными начальными условиями для оценки

неопределенности получаемых результатов, данный способ позволяет определить вероятность различных исходов и повысить надежность оценок;

- верификация и калибровка моделей – это сравнение расчетных данных с реальными наблюдениями для оценки точности моделей, методы статистической верификации, такие как расчет среднеквадратичной ошибки и коэффициента корреляции, помогают улучшить модели и повысить доверие к получаемым результатам [4].

Совмещение данных реанализа и сценарных климатических расчетов позволяет создать более полную картину климатических процессов и улучшить системы предупреждения экологических катастроф. Методы интеграции данных реанализа и сценарных климатических расчетов включают в себя:

- создание единой базы данных: объединение исторических и прогнозных данных в единую информационную систему для облегчения доступа и анализа, данный метод способствует более эффективному мониторингу и управлению рисками;

- мульти-модельный подход: использование различных моделей и данных для повышения точности получаемых оценок, сравнение результатов разных моделей позволяет выявить наиболее вероятные сценарии и учесть возможные неопределенности;

- разработка индексов риска: создание количественных показателей, отражающих вероятность и потенциальную серьезность экологических катастроф на основе интегрированных данных, такие индексы помогают в принятии решений и разработке стратегий адаптации.

Применение методов обработки данных реанализа и сценарных климатических расчетов является ключевым для разработки эффективных стратегий предупреждения и смягчения последствий экологических катастроф.

Рассмотрим примеры случаев экологических катастроф или других катастрофических событий, сопровождавшихся в том числе масштабными экологическими последствиями, имевших место в результате наступления экстремальных погодных условий, для предупреждения и смягчения

последствий которых актуальна оценка рисков (в том числе заблаговременная) на основе применения данных реанализа и сценарных климатических расчетов.

15 декабря 2024 года в Керченском проливе произошла экологическая катастрофа: два российских танкера, «Волгонепфть-212» и «Волгонепфть-239», потерпели крушение в результате шторма, что привело к разливу около 3 700 тонн мазута в акваторию Черного моря [5]. Это событие нанесло серьезный ущерб морской экосистеме, загрязнив около 50 км побережья и вызвав гибель морских обитателей, включая дельфинов. Порывы ветра в Керченском проливе составляли 15-17 м/с, было объявлено штормовое предупреждение [1].

Паводок в Крымске, произошедший в июле 2012 года, стал одной из самых разрушительных природных катастроф в современной истории России. В ночь с 6 на 7 июля в бассейне реки Адагум выпало около 124 мм осадков за пять часов, что привело к резкому подъему уровня воды и затоплению города Крымск. Основной причиной наводнения стали экстремальные осадки, интенсивность которых достигала 35–45 мм в час. Климатическое моделирование показало, что такие интенсивные ливни были связаны с повышением температуры поверхности Черного моря, что, в свою очередь, обусловлено изменением климата за последние десятилетия [6].

Наводнение на реке Амур в 2013 году стало крупнейшим за весь период наблюдений в этом регионе. В июле–сентябре 2013 года в бассейне Амура наблюдались продолжительные и интенсивные дожди, что привело к формированию мощной паводковой волны, затопившей обширные территории. Особенностью этого наводнения было совпадение пиков паводков на Амуре и его притоках, что усугубило масштаб катастрофы [3]. Сценарное климатическое моделирование позволяет прогнозировать подобные экстремальные события в будущем и разрабатывать меры по снижению их последствий, включая совершенствование систем гидрологического мониторинга и управления водными ресурсами.

Анализ этих инцидентов демонстрирует необходимость использования методов обработки данных реанализа и сценарных климатических расчетов для

предупреждения и смягчения последствий подобных катастроф.

Так, например, заблаговременные климатические оценки, основанные на моделировании будущих климатических условий, могут предоставить информацию о вероятности усиления штормовой активности в определенных регионах. Это позволяет принимать превентивные меры, такие как ограничение судоходства в опасные периоды или усиление требований к техническому состоянию судов, особенно старых танкеров, эксплуатируемых в сложных погодных условиях.

В случае возникновения катастрофы данные реанализа и оперативные метеорологические прогнозы могут быть использованы для моделирования распространения загрязняющих веществ в водной среде. Информация о направлении и скорости ветра, течениях и температуре воды позволяет предсказать движение нефтяного пятна и определить наиболее уязвимые участки побережья. Это, в свою очередь, способствует эффективному планированию мероприятий по ликвидации последствий разлива и минимизации ущерба экосистеме.

Кроме того, интеграция данных реанализа с географическими информационными системами (ГИС) позволяет визуализировать распространение загрязнения и координировать действия различных служб, участвующих в ликвидации последствий катастрофы. Такие системы могут предоставлять информацию в реальном времени, что особенно важно в условиях быстро меняющейся обстановки.

Анализ данных реанализа и сценарных климатических расчетов может быть использован для разработки стратегий адаптации к изменяющимся климатическим условиям. Например, если будущие оценки указывают на увеличение частоты и интенсивности штормов в определенном регионе, это может стать основанием для пересмотра стандартов судоходства, разработки новых маршрутов или строительства дополнительных защитных сооружений.

Кроме того, данные о прошлых инцидентах и их последствиях могут быть использованы для обучения и подготовки персонала, ответственного за

реагирование на экологические катастрофы. Это позволит повысить готовность к подобным событиям и снизить риски для окружающей среды и населения.

Разлив мазута в Керченском проливе в 2024 году подчеркивает необходимость использования современных методов обработки данных реанализа и сценарного климатического моделирования для применения в целях предупреждения и смягчения последствий экологических катастроф. Эффективное применение этих методов может способствовать более точным заблаговременным оценкам экстремальных погодных явлений, оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации и разработке долгосрочных стратегий адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Библиографический список:

1. Кубанские Новости [Электронный ресурс]: Синоптики сообщили, когда утихнет шторм в районе Керченского пролива – URL: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2024/12/15/sinoptiki-soobshchili-koda-utikhnet-shtorm-v-rayone-kerchenskogo-proлива> (дата обращения: 25.12.2024).
2. Малинин В. Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации – РГГМУ, Санкт-Петербург, 2020 – 196 с.
3. Махинов, А. Н. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия / А. Н. Махинов, В. И. Ким, Б. А. Воронов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2014. – № 2(174). – 5-14 с.
4. Теория климата : учебное пособие / В. И. Мордвинов, И. В. Латышева, Е. В. Девятова. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2013. – 187 с.
5. РИА Новости [Электронный ресурс]: В Керченском проливе после ЧП с танкерами вытекло 3,75 тысячи тонн мазута. – URL: <https://ria.ru/20241225/mazut-1991228506.html> (дата обращения: 25.12.2024).
6. РИА Новости [Электронный ресурс]: Ученые выяснили, почему произошел потоп в Крымске в 2012 году. – URL: <https://ria.ru/20150714/1128275085.html> (дата обращения: 25.12.2024).

7. Якунина И. В., Попов Н. С., Методы и приборы контроля окружающей среды: экологический мониторинг: учебное пособие - издательство ТГТУ, Тамбов, 2009 – 101 с.

Оригинальность 79%