

УДК 551.509.32+551.509.51

Формирование продукции систем негидростатического моделирования атмосферы COSMO-RuBy (Гидрометцентр России) и WRF-ARW (Белгидромет) для краткосрочного прогноза погоды / Розинкина И.А., Ривин Г.С., Бурак Р.Н., Астахова Е.Д., Алферов Ю.В., Блинов Д.В., Быков Ф.Л., Васькова Д.В., Волкова В.А., Воробьева Е.В., Зайко П.О., Жабина И.И., Недачина А.Ю., Прохареня М.И., Елисеев Г.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 6-29.

Рассматриваются результаты работ по созданию продуктов систем негидростатического краткосрочного численного прогноза погоды (ЧПП) в Гидрометцентре России – COSMO-RuBy с шагом вычислительной сетки 2,2 км и в Белгидромете – WRF-ARW с шагом сетки 3 км. Важными результатами являются организация обмена унифицированной продукцией между странами и создание в Гидрометцентре России двух технологий для получения объединенного продукта: ансамблевого лагированного прогноза и системы комплексной коррекции результатов моделирования на основе машинного обучения. На основе обратной связи с прогнозистами обеих стран в Гидрометцентре России создан специализированный Интернет-сайт, обеспечивающий удобную работу прогнозистов с результатами COSMO-RuBy и объединенными продуктами. В Белгидромете реализованы системы совместной визуализации и верификации результатов COSMO-RuBy и WRF-ARW.

Ключевые слова: численный прогноз погоды, ансамблевый прогноз, визуализация, машинное обучение

Табл. 4. Ил. 9. Библ. 9.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-6-29>

УДК 551.509.313+551.509.324.2+551.508.85

Обзор методов пространственной верификации и их применение для ансамблевых прогнозов / Бундель А.Ю., Муравьев А.В., Ольховая Е.Д. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 30-49.

Высокое разрешение современных моделей численного прогноза погоды позволяет детально воспроизводить мезомасштабные системы с высокой амплитудой метеовеличин и большими градиентами полей. Однако увеличение разрешения приводит к росту ошибок в пространстве и времени, причем количественная оценка таких ошибок наталкивается на известную "проблему двойного штрафа". Для решения этой проблемы в последние два десятилетия разработаны такие методы "пространственной верификации", в которых игнорируются умеренные ошибки (в первую очередь, в положении), но сохраняется способность оценивать полезность детализированной информации.

В статье приводится классификация методов пространственной верификации с их кратким описанием и обзором международных проектов по сравнению свойств этих методов. Особое внимание уделяется публикациям по применению данных методов в ансамблевом прогнозировании. Перечисляются соответствующие программные средства и прилагается список наиболее употребимых в данной области англоязычных терминов с вариантами перевода на русский язык.

Ключевые слова: модели высокого разрешения, верификация, двойной штраф, пространственные методы, ансамблевый прогноз, объектно-ориентированные методы

Ил. 6. Библ. 30.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-30-49>

УДК 551.509.313

Оценки влияния подстилающей поверхности на точность численного прогноза температуры воздуха на территории Беларуси с использованием модели WRF / Лысенко С.А., Зайко П.О. / Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 50-68.

На основе современных баз данных дистанционного зондирования Земли GLASS (The Global Land Surface Satellite) и GLC2019 (Global Land Cover, 2019) проведена актуализация пространственной структуры землепользования и биофизических параметров подстилающей поверхности (альbedo, листового индекса и проективного покрытия) для территории Беларуси в мезомасштабной системе численного прогноза погоды WRF. Для ряда сложно прогнозируемых атмосферных ситуаций, наблюдавшихся в зимние периоды, выполнена серия численных экспериментов на основе модели WRF (Weather Research and Forecasting), инициализируемой расчетными данными глобальной системы метеорологических прогнозов GFS (Global Forecast System, NCEP). Показано, что использование в WRF данных о землепользовании высокого пространственного разрешения и учет распределения альbedo и листового индекса по территории Беларуси для каждого месяца позволяют сократить среднеквадратическую погрешность краткосрочного (до 48 ч) прогноза приземной температуры воздуха на 16–33 % относительно исходных прогнозов GFS. Среднеквадратическая погрешность прогноза температуры на метеорологических станциях Беларуси для заблаговременности +12, +24, +36 и +48 ч уменьшилась в среднем на 0,40 °C (19 %), 0,35 °C (10 %), 0,68 °C (23 %) и 0,56 °C (15 %) соответственно. Наиболее значимое уменьшение среднеквадратической погрешности численного прогноза температуры (до 2,1 °C) отмечено в дневное время суток (при сроках +12 и +36 ч), когда положительные обратные связи между альbedo и температурой подстилающей поверхности проявляются в наибольшей степени.

Ключевые слова: численный прогноз погоды, WRF, цифровая модель подстилающей поверхности, альbedo, листовой индекс, валидация прогностической модели

Табл. 1. Ил. 5. Библ. 20.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-50-68>

УДК 551.578.11

Условия формирования ледяного шторма во Владивостоке в ноябре 2020 года / Леонов И.И., Соколичина Н.Н. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 69-83.

Рассмотрены синоптические условия формирования беспрецедентного ледяного шторма с образованием гололеда высокой интенсивности, длительным по времени и на достаточно большой площади в Приморском крае России. Показана ведущая роль сильного выдвигания слоя с положительной температурой в сторону холодной воздушной массы и наличие двусторонней адвекции тепла в нижней тропосфере. Показано, что длительное сохранение гололеда на территории края обусловлено продвижением южного циклона на восток и приходом холодных воздушных масс с континента. Проведены эксперименты численного моделирования замерзающих у поверхности земли осадков с использованием мезомасштабной модели WRF-ARW. Результаты моделирования позволили получить более подробную вертикальную структуру атмосферы во время формирования замерзающих осадков и заполнить недостающие для анализа данные.

Ключевые слова: опасные явления погоды, гололедно-изморозевые отложения, гололед, замерзающий дождь, ледяной дождь, численный прогноз погоды, WRF-ARW

Ил. 7. Библ. 12.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-69-83>

УДК 551.515:001.891.57

Методика анализа обобщенных характеристик структуры Южноазиатской депрессии с учетом термического режима подстилающей поверхности / Шипко Ю.В., Колычев О.В., Дьяков С.А., Кузнецов И.Е., Закусилов В.П. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 84-98.

Рассматривается Южноазиатская депрессия – сезонный центр действия атмосферы, преобладающий тип циркуляции нижней тропосферы в теплый период года, который особенно выражен над территорией Ближнего и Среднего Востока. Представлена обобщенная факторная модель депрессии для изобарических поверхностей 1000, 925 и 850 гПа. Дана оценка зависимости обобщенных характеристик структуры депрессии от приземной температуры воздуха в летние месяцы для различных типов депрессии. Полученные в исследовании результаты расширяют сведения о сезонном центре действия атмосферы: позволяют получить типовые поля депрессии с учетом особенностей внутренней структуры; выявить особенности метеорологических условий при различных типах депрессии (в различных районах рассматриваемого макрорегиона); выделенные обобщенные характеристики структуры депрессии могут быть использованы при построении прогностических моделей.

Ключевые слова: Южноазиатская депрессия, геопотенциальная высота, реанализ, изобарический уровень, фактор, кластер, коэффициент корреляции

Табл. 1. Ил. 9. Библ. 9.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-84-98>

УДК 556.06

Опыт разработки методики долгосрочного прогноза сроков вскрытия ото льда рек бассейна р. Вятки / Павроз Ю.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 99-111.

Разработана методика долгосрочного прогноза сроков вскрытия ото льда рек бассейна р. Вятки. В ходе выполнения разработки установлено влияние распределений аномалий среднемесячных значений температуры поверхности океанов и геопотенциалов в информативных районах на уровнях Н100 и Н500 над Северным полушарием на процесс разрушения ледяного покрова на реках.

Расположение и границы информативных районов в полях Н100 и Н500 выявлялись с помощью дискриминантного анализа, а в качестве потенциальных предикторов были использованы коэффициенты разложения полей аномалий среднемесячных значений Н100 и Н500 за январь и февраль, а также аномалий среднемесячной температуры воды в энергоактивных зонах Северной Атлантики и северо-западной части Тихого океана по естественным ортогональным функциям.

Применение пошагового регрессионного анализа дало возможность разработать комплексные прогностические уравнения хорошего и удовлетворительного качества ($S/\sigma = 0,45-0,73$) для прогноза сроков вскрытия ото льда рек бассейна р. Вятки. Выявлено наличие существенного влияния полей геопотенциалов на уровнях Н100 и Н500 и пространственного распределения аномалий температуры поверхности Северной Атлантики и северо-запада Тихого океана в январе и феврале на сроки вскрытия.

Предлагается в дальнейшем усовершенствовать методику путем установления и учета влияния температуры воздуха в период заблаговременности прогноза, максимальной за зиму толщины льда и других косвенных характеристик на процессы вскрытия рек бассейна р. Вятки ото льда.

Ключевые слова: ледовый режим, долгосрочный прогноз, вскрытие рек ото льда, коэффициенты разложения, поля геопотенциалов, ледовые весенние явления, энергоактивные зоны океанов, комплексное прогностическое уравнение

Табл. 2. Ил. 3. Библ. 7.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-99-111>

УДК 502.3/7(614.7)

Влияние первой волны пандемии COVID-19 на экосистему Европы / Кривошеев В.В., Столяров А.И. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 112-133.

Приведены результаты аналитических исследований, свидетельствующих о том, что ограничительные мероприятия, проведенные с целью снижения скорости распространения SARS-CoV-2 и масштабов пандемии COVID-19 на территории Западной Европы и Российской Федерации, привели к существенному снижению антропогенной нагрузки на окружающую природную среду и значительному улучшению экологической обстановки по основным типам загрязнителей. Одновременно с этим установлен существенный рост содержания озона в тропосфере в период блокировки практически по всем изученным территориям. Показано, что после прекращения ограничительных мероприятий, уже к сентябрю – в Западной Европе и к октябрю – на Европейской территории России, уровень загрязнения атмосферного воздуха стал соответствовать первоначальному. Полученные результаты свидетельствуют о том, что плохое качество воздуха отягчает последствия COVID-19, причем значительную роль в этом играет концентрация мелкодисперсных твердых частиц PM_{2,5}, которые могут глубже проникать в легкие человека и обострять течение респираторных заболеваний.

Ключевые слова: COVID-19, экология, состояние тропосферы, спутниковая информация, уровень смертности населения и качество воздуха

Ил. 6. Библ. 32.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-112-133>

УДК 551.510.411:551.510.42

Аномальное аэрозольное загрязнение воздуха в Москве вблизи локального антропогенного источника в июле 2021 года / Губанова Д.П., Виноградова А.А., Скороход А.И., Иорданский М.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 134-148.

Анализируется состав приземного аэрозоля в центре Москвы вблизи временного локального интенсивного антропогенного источника загрязнения, связанного со сносом многоэтажных строений. Аномальный рост концентрации аэрозольных частиц в дневное время до 5 ПДК среднесуточной и до 14 ПДК максимальной разовой концентрации аэрозоля PM₁₀ усугублялся неблагоприятными метеорологическими условиями в середине июля 2021 года. Выполнена предварительная оценка мощности пылевого аэрозоля и его влияния на аэрозольное загрязнение воздуха близлежащих районов города. Определены экстремальные и «фоновые» значения массовой концентрации аэрозоля, его элементный и дисперсный состав в период воздействия источника. Обсуждается необходимость учета подобных точечных источников загрязняющих веществ при оценке и прогнозировании экологической обстановки в многонаселенном городском районе.

Ключевые слова: приземный аэрозоль, локальный антропогенный источник, Москва, массовая концентрация, элементный состав, метеорологические условия

Табл. 1. Ил. 5. Библ. 16.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-134-148>

УДК 504.3.054

Анализ загрязнения атмосферы в Приморском крае в 2019–2020 гг. по данным спутникового мониторинга GMAO/NASA / Василевский Д.Н., Василевская Л.Н., Лисина И.А., Мушта Б.Б. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 149-162.

Обсуждаются результаты моделирования вариаций загрязняющих атмосферу веществ в Приморском крае в 2019 и 2020 гг. по данным спутникового мониторинга GMAO/NASA. Показано, что среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в 2020 г. по сравнению с 2019 г. уменьшились: диоксида серы – на 20–35 %; сульфатов – на 5–20 %; угарного газа – на 8–20 %, концентрации твердых частиц РМ (1, 2,5 и 10 мкм) на 25–40 %. Одной из причин снижения загрязнения воздуха в Приморском крае в 2020 г. является уменьшение антропогенной нагрузки в условиях снижения промышленной активности, уменьшения потоков транспорта как в Приморье, так и на сопредельных территориях КНР. Эпизоды высокого загрязнения в 2019 г. формировались под влиянием трансграничного переноса загрязненных воздушных масс.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, аэрозоли и химические элементы, трансграничный перенос, спутниковый мониторинг, Приморский край

Ил. 8. Библ. 15.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-149-162>

УДК 551.5

Обзор текущих и ожидаемых сезонных климатических аномалий на зиму 2021/2022 гг. с оценками возможных последствий в сферах экономики по заключению метеослужб стран СНГ / Хан В.М., Вильфанд Р.М., Емелина С.В., Каверина Е.С., Куликова И.А., Сумерова К.А., Тищенко В.А., Толстых М.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 4 (382). С. 163-176.

По результатам анализа метеослужб стран СНГ представлены оценки успешности консенсусного прогноза по территории Северной Евразии на лето 2021 г.; обсуждаются результаты мониторинга циркуляционных условий в стратосфере и тропосфере за прошедший летний сезон; приводятся данные климатического мониторинга и сезонного прогнозирования по текущей ситуации; представлен консенсусный прогноз в вероятностной форме для температуры воздуха и осадков на предстоящий зимний сезон 2021/2022 гг. по территории Северной Евразии и обсуждаются возможные последствия воздействий ожидаемых аномалий метеорологических параметров на сферы экономики и социальной жизни.

Ключевые слова: Северо-Евразийский климатический форум, Северо-Евразийский климатический центр, консенсусный прогноз, температура воздуха, осадки, крупномасштабная атмосферная циркуляция, гидродинамические модели, температура поверхности океана, воздействия

Табл. 1. Ил. 5. Библ. 9.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-163-176>