

УДК 551.509+551.468

Верификация сезонных прогнозов температуры поверхности океана и ледовых характеристик на основе модели Земной системы ИВМ РАН / Реснянский Ю.Д., Зеленько А.А., Степанов В.Н., Струков Б.С., Хан В.М., Володин Е.М., Грицун А.С., Тарасевич М.А., Брагина В.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 6-38.

Оценена успешность сезонных прогнозов температуры поверхности океана (ТПО) и характеристик морских льдов. Оценки качества прогнозов рассчитаны для двух версий модели Земной системы ИВМ РАН: INM-CM5 и INM-CM6, различающихся горизонтальным разрешением атмосферного и аэрозольного блоков и некоторыми параметризациями физических процессов: облачности, непрямого эффекта аэрозолей, эволюции снежного покрова.

Показано, что оценки качества прогнозов ТПО и ледовых характеристик по версии INM-CM6 в большинстве случаев оказываются выше, чем по INM-CM5. Полученные оценки сопоставимы с оценками прогнозов зарубежных центров, подтверждая соответствие построенной на модели ИВМ прогностической системы мировому уровню успешности сезонных прогнозов.

Ключевые слова: модель Земной системы, температура поверхности океана, морской лед, сезонные прогнозы, верификация

Табл. 21. Ил. 4. Библ. 17.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-6-38>

УДК 551.509+556.06

Анализ сверхдолгосрочных прогнозов метеорологических характеристик речных бассейнов России с помощью модели климата INM-CM5 / Грицун А.С., Семенова Н.К., Симонов Ю.А., Хан В.М., Христофоров А.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 39-57.

Выполнен анализ качества сверхдолгосрочных прогнозов с заблаговременностью от одного года до пяти лет месячного и годового слоя осадков, среднемесячной и среднегодовой температуры приземного слоя воздуха, получаемых с помощью модели климата ИВМ РАН INM-CM5. Используются ряды проверочных прогнозов за период с 1991 по 2023 год. Прогнозы проверялись для 12 речных бассейнов, расположенных практически по всей территории России.

Использован метод коррекции прогнозов, который устраняет систематические ошибки, уменьшает их изменчивость и позволяет снизить погрешность сверхдолгосрочных прогнозов осадков почти в два раза, а температуры воздуха почти в три раза. Прогнозы внутригодового распределения осадков оказались удовлетворительными для 8 речных бассейнов из 12. Прогнозы внутригодового распределения температуры воздуха оказались успешными для всех 12 речных бассейнов.

Показано, что модель климата INM-CM5 может быть использована для составления сверхдолгосрочных прогнозов месячного и годового слоя осадков, среднемесячной и среднегодовой температуры воздуха.

Ключевые слова: модель климата, сверхдолгосрочный прогноз, слой осадков, средняя температура, внутригодовое распределение, проверочные прогнозы, коррекция

Табл. 6. Ил. 5. Библ. 24.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-39-57>

УДК 551.55+551.559

Масштабы длины турбулентности в городской среде и их связь со спектром флуктуаций скорости / Глазунов А.В., Мортиков Е.В., Дебольский А.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 58-77.

С помощью вихреразрешающей модели IBM RAN проведены расчеты турбулентных нейтрально-стратифицированных течений над идеализированными поверхностями городского типа. Показано, что масштабы длины, необходимые для построения многослойных локально-одномерных RANS-моделей турбулентности в городской среде, связаны с пространственными спектрами флуктуаций скорости. Для вычисления аналога пространственного спектра внутри городского слоя, содержащего объекты («здания»), предложен алгоритм, основанный на применении гипотезы «замороженной турбулентности» Тейлора. Предложено качественное объяснение зависимости масштабов длины от морфологических характеристик поверхности.

Ключевые слова: пограничный слой атмосферы, турбулентность в городской среде, вихреразрешающее моделирование, LES, пространственные спектры турбулентности

Табл. 1. Ил. 3. Библ. 36.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-58-77>

УДК 556.043+551.501.6

Коррекция и усвоение данных гидрологических наблюдений температуры водных объектов / Рогутов В.С., Толстых М.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 78-89.

Предложен алгоритм коррекции данных гидрологических наблюдений температуры воды и алгоритм усвоения скорректированных данных для расчета температуры поверхности водных объектов России. Эта температура используется в начальных данных для расчета глобальных среднесрочных прогнозов погоды по модели ПЛАВ10 с шагом сетки около 10 км. Алгоритм коррекции гидрологических наблюдений температуры воды позволяет устранить неоднозначность кодирования наблюдаемых значений температуры на большей части гидрологических постов. Усвоение скорректированных данных позволяет повысить точность задания температуры поверхности водных объектов в начальных данных модели ПЛАВ10 по сравнению с заданием этой температуры по данным близлежащих точек суши.

Ключевые слова: гидрологические наблюдения температуры воды, усвоение данных, модель ПЛАВ

Ил. 3. Библ. 5.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-78-89>

УДК 556.536+519.688+004.8+004.438

Метод долгосрочного прогноза максимального уровня воды р. Исеть на основе глубокого обучения / Акмаев Э.Р., Романов А.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 90-108.

Выполнен численный анализ применимости алгоритмов глубокого обучения при разработке метода долгосрочного прогноза максимального уровня воды для трех гидрологических постов р. Исеть (Катайск, Шадринск, Мехонское). Детально проанализированы возможности реализации двух архитектур исходной нейросетевой модели в рамках использования одного и того же набора исходных гидрометеорологических данных наблюдений. Показано, что переход на новую архитектуру N-HiTS позволяет увеличить оправдываемость прогноза на валидационной выборке по сравнению с ранее использованной архитектурой TFT. С помощью кросс-валидации получены оценки классического статистического критерия эффективности разработанного метода (S/σ), подтверждающие возможность его использования в оперативной практике для всех трёх анализируемых гидрологических постов. В рамках разработанного метода прогноза выполнен анализ учёта данных наблюдений за уровнем грунтовых вод на подземных скважинах системы Роснедра. Показано, что использование таких данных наблюдений позволяет в ряде случаев существенно повысить эффективность метода прогноза.

Ключевые слова: долгосрочные гидрологические прогнозы, половодье, уравнение водного баланса, уравнение регрессии, нейронные сети, уровень воды, водный режим, глубокое машинное обучение

Табл. 5. Ил. 8. Библ. 9.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-90-108>

УДК 551.578.9

Замерзающие осадки на Европейской территории России в 1979–2022 гг. и их воспроизведение реанализом ERA5 / Леонов И.И., Соколихина Н.Н., Лаврентьева А.И. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 109-127.

Проведена оценка качества воспроизведения замерзающих осадков реанализом ERA5 на Европейской территории России. Для анализа использованы данные основных срочных наблюдений за погодными явлениями и данные атмосферного реанализа ERA5 с шагом $0,25^\circ$ по пространству и 1 час по времени. Построены карты среднего числа дней с замерзающими осадками в виде мороси, дождя и их совокупности для периода с 1979 по 2022 год и аналогичные карты среднего числа дней с замерзающим дождем с использованием данных о типе осадков из реанализа ERA5. Показано, что реанализ ERA5 успешно воспроизводит отдельные случаи выпадения высокоинтенсивных замерзающих осадков, формирующихся при стратификации по типу «теплого носа». При сопоставлении данных реанализа о количестве смоделированных случаев замерзающего дождя с данными наблюдений на 214 метеорологических станциях коэффициент детерминации R^2 составил 0,291 для замерзающего дождя и 0,14 для замерзающей мороси. Низкие значения коэффициентов детерминации связаны с тем, что в реанализе ERA5 образование осадков в виде замерзающего дождя возможно только при наличии слоя таяния, из-за чего преобладающее количество случаев замерзающих осадков, выпадающих в полностью холодной атмосфере, не воспроизводится реанализом. Данные реанализа ERA5 о типе осадков наиболее полезны для анализа условий выпадения высокоинтенсивных замерзающих дождей, формирующихся при «классическом механизме».

Ключевые слова: опасные явления погоды, гололедно-изморозевые отложения, обледенение, замерзающие осадки, замерзающий дождь, ледяной дождь, гололед, реанализ, ERA5

Табл. 1. Ил. 7. Библ. 21.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-109-127>

УДК 556.06+556.5.072+556.56(470.2)

Оценка изменений гидрологического режима верхового болота с учетом ожидаемых изменений климата на период до 2060 года (на примере болота Ламмин-Суо) / Журавлева А.Д., Курочкина Л.С., Скороспехова Т.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 3 (393). С. 128-145.

Проведена оценка ожидаемых изменений гидрологического режима типичного верхового болота Северо-Запада России с учетом различных климатических сценариев. Объектом исследования является верховое болото Ламмин-Суо (Ленинградская область), на котором с 1950 года ведутся регулярные метеорологические и гидрологические наблюдения. В рамках исследования процесса формирования стока с болота использовалась концептуальная гидрологическая модель HBV. Учет возможных изменений климата в рассматриваемом регионе проводился по данным климатического моделирования проекта CMIP6. Результаты работы представлены в виде расчетов по двум сценариям социально-экономического развития: SSP2-4.5 и SSP5-8.5. На основе смоделированных данных об объемах стока с верхового болота произведена оценка его уровня до 2060 года, а также дан прогноз связанных с ним изменений болотных микроландшафтов.

Ключевые слова: верховые болота, моделирование стока, климатический прогноз, изменение климата, болотные микроландшафты

Табл. 3. Ил. 4. Библ. 26.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-128-145>

УДК 551.579.5(470)

Оценка объемной влажности почвы реанализа ERA5 по данным стационарных наблюдений влагозапасов в регионах Российской Федерации / Кланг П.С., Хан В.М., Тарасова Л.Л. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 146-162.

Проведено сопоставление значений объемной влажности почвы по данным реанализа глобального климата пятого поколения (ERA5) и наблюдений за запасами продуктивной влаги по десяти станциям Росгидромета с различными типами почвы за вегетационные периоды 2011–2023 гг. Проведено согласование этих рядов в мм водного слоя полной влаги с учётом системной ошибки и показано, что в слоях почвы 0–50 и 0–100 см реанализ воспроизводит основные особенности сезонного хода влажности почвы, её динамику в течение вегетационных периодов, а также эпизоды избыточного увлажнения и засух.

Ключевые слова: влажность почвы, ERA5, реанализ, данные наблюдений за влажностью почвы, влагозапасы, моделирование, статистические оценки

Табл. 4. Ил. 3. Библ. 14.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-146-162>

УДК 551.5

Обзор результатов двадцать седьмой сессии Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-27) и семинара под эгидой ЭСКАТО ООН / Хан В.М., Вильфанд Р.М., Помощников Н.Н., Srivastava S., Avi S., Пронина Е.А., Гущина Д.Ю., Давлятов Р.Р., Исабекова Ж.К., Кокулова В.А., Тищенко В.А., Сумерова К.А., Липка О.Н., Емелина С.В., Травова С.В., Набокова Е.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 4 (394). С. 163-178.

Северо-Евразийский климатический центр провел 27-ю сессию Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-27), совмещенную с семинаром, организованным под эгидой Экономической и социальной комиссии для Азии и Тихого океана ООН (ЭСКАТО), как параллельную секцию в рамках VIII Всероссийского объединенного метеорологического и гидрологического съезда. Объединенное мероприятие послужило важной платформой для обмена знаниями и опытом в сфере климатических исследований, сезонного прогнозирования и адаптации к изменениям климата, что подчеркнуло его значимость для регионального сотрудничества. В ходе работы был представлен консенсусный прогноз температурно-влажностного режима по территории Северной Евразии на зиму 2024/2025 гг. На основе консенсусного прогноза и с использованием модели потенциального воздействия, разработанной ЭСКАТО, был представлен прогноз вероятного воздействия климатических аномалий на сектора экономики зимой 2024/2025 гг. для региона Северной Евразии. Проведена дискуссия с участием представителей ЭСКАТО, СЕАКЦ и НГМС по развитию регионального сотрудничества в области снижения риска бедствий, адаптации к изменению климата, усилению реагирования на крупномасштабные и трансграничные чрезвычайные ситуации в Центральной Азии.

Ключевые слова: Северо-Евразийский климатический форум, ЭСКАТО, климатическая модель, климатические риски, консенсусный прогноз, прогноз потенциального воздействия, среднесезонные аномалии температуры воздуха и осадков

Ил. 7. Библ. 9.

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-4-163-178>