

**Диагностическая объектно-ориентированная верификация сверхкраткосрочных численных прогнозов осадков. Часть 1: методология и расчетные алгоритмы с приложением к размеру объектов** / Муравьев А.В., Киктев Д.Б., Бундель А.Ю., Смирнов А.В., Блинов Д.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 6-40.

Описываются методы объектно-ориентированной верификации, использованные для оценки сверхкраткосрочных мезомасштабных прогнозов полей осадков на основе модели Гидрометцентра России COSMO-Ru2Vu в период май-сентябрь 2025 г. на Европейской территории России. В качестве контрольных полей используются первые композиты системы наукастинга осадков ruSTEPS, построенные по данным сети ДМРЛ-С на той же территории. Упоминаются ранее полученные точечные и пространственные оценки качества прогнозов в сравнении с данными метеостанций.

Приводятся принятые в верификации определения "объекта", "атрибутов первой категории", "атрибутов второй категории" и их примеры. Обсуждаются расчетные алгоритмы использованных математических пакетов. Дается описание важных статистических особенностей порядковых величин и выборочных квантилей, включая их асимптотические свойства, и приводится пример приложения теории к важнейшему атрибуту объекта – размеру.

Диагностическая верификация прогнозов объектов для определенной заблаговременности состоит из двух этапов. На первом этапе перекрестно сопоставляются индивидуальные атрибуты *всех* объектов в парах синхронизированных полей "прогноз - наблюдение" и строится *полная* матрица значений соответствующей метрики качества. На втором этапе, вместо сложной процедуры "спаривания" объектов, производятся следующие операции. А именно, из каждой полной матрицы выделяется "лучшие из имеющихся" значения в количестве, равном наименьшему количеству объектов в каком-либо из синхронизированных полей, и эти значения, собранные по всему периоду эксперимента, представляются в виде децилей распределения. Объектно-ориентированная диагностика модели и, в частности, ее системы усвоения радиолокационной информации заключается в интерпретации таблиц этих квантилей по всем срокам заблаговременности.

*Ключевые слова:* объектно-ориентированная верификация, порядковые величины и выборочные квантили, диагностика прогностической системы

Табл. 7. Ил. 5. Библ. 50.

**DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-6-40>**

УДК 551.577

**Глобальный анализ количества осадков по данным модели атмосферы ПЛАВ10 и по данным синоптических наблюдений / Зарипов Р.Б. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 41-62.**

Представлен анализ глобальных полей 6-часовых осадков. Исходными данными являются прогнозы модели атмосферы ПЛАВ10 с заблаговременностью 0–6 часов (первое приближение) и наблюдения осадков на синоптических станциях. Анализ проводился в три этапа: 1) коррекция среднеширотных смещений; 2) анализ относительных различий наблюдаемых осадков и первого приближения для кластеров наблюдений (объединяются наблюдения в областях размером  $\sim 1110 \times 1110$  км); 3) усвоение индивидуальных наблюдений. На каждом этапе первое приближение последовательно уточнялось. Использовалась процедура оптимальной интерполяции, параметры которой подбираются непосредственно в процедуре анализа методом кроссвалидации. Рассмотрено некоторое приближение сумм осадков к нормальному распределению с использованием степенного преобразования. Оценки полей анализа по данным наблюдений и по полям анализа GPCP продемонстрировали успешность методики: на каждом этапе анализа поля осадков уточняются. Планируемое применение анализа – улучшение начальных данных для счета ПЛАВ, уточнение запаса продуктивной влаги в почве.

*Ключевые слова:* глобальный анализ количества осадков, оптимальная интерполяция, модель атмосферы ПЛАВ

Табл. 3. Ил. 2. Библ. 49.

**DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-41-62>**

УДК 551.557.5

**Характеристики струйных течений в Южном полушарии по данным реанализа ERA5 за период 2001–2025 гг. / Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н., Комасько Н.И., Завьялова А.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 63-81.**

Представлена климатология струйных течений Южного полушария, рассчитанная для первой четверти 21 века по данным реанализа ERA5. Исследована повторяемость струйных течений в различных частях полушария, изучена сезонная и межгодовая изменчивость характеристик максимального ветра (скорости, высоты уровня, направления, толщины слоя). Приведены климатические данные о струйных течениях для аэронавигационного планирования на эшелонах полета.

*Ключевые слова:* струйное течение, Южное полушарие, реанализ, климатология, сезонная навигация

Табл. 4. Ил. 9. Библ. 13.

**DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-63-81>**

УДК 504.3.054+004.85:504.064

**Идентификация с помощью моделей машинного обучения неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеорологических условий** / Татаринович Е.В., Борисов Д.В., Кузнецова И.Н. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 82-98.

Впервые для идентификации неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) применены методы машинного обучения. Для исследований выбран район Москвы – Останкино. В работе использованы данные измерений метеорологических характеристик на телебашне Останкино в слое до высоты 503 м, ретроспективные данные ERA5 о ветре на изобарической поверхности 925 гПа, сумме осадков за 3 часа и высоте пограничного слоя атмосферы, а также данные измерений концентраций загрязняющих веществ за период 2020–2025 гг. При построении моделей машинного обучения НМУ выявлены значимые предикторы, наиболее информативными среди них оказались скользящие средние за 3–6 ч разности температуры в слое 2–253 м, средняя за предшествующие 3–6 ч скорость ветра в слое 201–305 м. Разработана и протестирована локальная модель идентификации НМУ с использованием пяти алгоритмов машинного обучения. Установлено, что для задачи бинарной классификации НМУ ансамблевые методы (CatBoost, случайный лес) обеспечивают наилучший баланс между минимизацией пропусков НМУ и ложных тревог ( $F1 = 0.62–0.64$ ). Значимые предикторы НМУ послужат основой для усовершенствования применяемых статистических методов прогнозирования НМУ.

*Ключевые слова:* НМУ, методы машинного обучения, локальная модель НМУ

Табл. 5. Ил. 1. Библ. 22.

**DOI:** <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-82-98>

УДК 551.501.75

**Восстановление векторов ветра по данным канала видимого диапазона прибора МСУ-ГС/ВЭ космического аппарата серии «Арктика-М»** / Блощинский В.Д., Филей А.А., Шапилова Ю.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 99-113.

В работе рассматривается задача восстановления полей векторов ветра по спутниковым данным. Представлен алгоритм, разработанный для канала 0,7 мкм видимого диапазона прибора МСУ-ГС/ВЭ, установленного на космических аппаратах серии «Арктика-М». В основе метода лежит модифицированный дифференциальный алгоритм оптического потока (метод Брокса), оптимизированный для вычислений на графических процессорах. Для обеспечения надежности продукта разработана система фильтрации получаемых векторов ветра, включающая тесты на контрастность, минимальную скорость, а также вертикальную и пространственную согласованность векторов. Валидация результатов за период 2025–2026 гг. показала высокое соответствие эталонным данным: среднеквадратичная векторная разность составила 5,22 м/с по сравнению с радиозондированием и 5,33 м/с относительно модели GFS. Установлено, что точность расчетов снижается при больших зенитных углах съемки и в верхней тропосфере, однако общие показатели удовлетворяют требованиям Всемирной метеорологической организации. Полученные продукты обладают высокой пространственной плотностью и могут использоваться как для синоптического анализа арктической атмосферы, так и для последующей ассимиляции в модели численного прогноза погоды.

*Ключевые слова:* векторы ветра, видимый диапазон, Арктика-М, МСУ-ГС, оптический поток, метод Брокса

Табл. 3. Ил. 5. Библ. 8.

**DOI:** <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-99-113>

УДК 551.513.3

**Методика и результаты анализа пространственной структуры Сибирского антициклона** / Сумерова К.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 114-132.

Разработана методика количественной оценки пространственной структуры Сибирского антициклона (СА) на основе расчёта центра тяжести поля положительных аномалий приземного давления. На ее основе и с использованием данных ERA5 рассчитаны за период 1950–2025 гг. положение центра тяжести СА, радиус инерции (мера компактности) и суммарная интенсивность. Показано, что мощные антициклоны в 93.8 % случаев локализованы в пределах 40–60° с. ш., 80–120° в. д., тогда как слабые — лишь в 30.4 %. Метод верифицирован по полю плотности воздуха (расхождения средних положений  $\leq 0.5^\circ$ ). Количественно определены характеристики сезонной и межгодовой изменчивости СА. Спектральный анализ основных параметров СА выявил значимые периоды в изменчивости: 9.5 лет (долгота центра) и 2.5 года (широта центра), которые могут быть связаны с 11-летним циклом солнечной активности и квазидвухлетней осцилляцией (QBO). Разработанная методика позволяет проводить мониторинг параметров СА и применима для диагностики ожидаемого положения и интенсивности антициклона по прогностическим полям моделей.

*Ключевые слова:* Сибирский антициклон, центр тяжести, радиус инерции, эксцентриситет, SHI, спектральный анализ, арктическое усиление

Табл. 5. Ил. 7. Библ. 24.

**DOI:** <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-114-132>

УДК 551.551

**Характеристики атмосферной турбулентности по данным аэрологической станции Пермь** / Федурин Е.Ю., Калинин Н.А. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 133-153.

С появлением новых технических средств, позволяющих проводить измерения метеорологических характеристик атмосферы с высоким разрешением, открываются новые возможности для оценивания интенсивности турбулентного обмена в атмосфере. Показаны результаты применения метода Торпа для изучения параметров турбулентности атмосферы в Перми. Метод Торпа требует исходных данных с высоким временным разрешением. Исследование проводилось по данным температурно-ветрового зондирования с дискретностью 2 с, полученным на аэрологической станции Пермь за период с 2018 по 2024 г. Исследование показало, что рассматриваемый метод позволяет получить вполне корректные количественные оценки турбулентных характеристик атмосферы. В летний период размеры турбулентных вихрей в пограничном слое достигают в среднем 200–300 м, а в свободной атмосфере 50–70 м. Скорость диссипации энергии в атмосфере меняется в пределах от  $10^{-6}$  до  $10^{-1} \text{ м}^2/\text{с}^3$ , а коэффициент турбулентной диффузии – в диапазоне от  $10^{-2}$  до  $10^2 \text{ м}^2/\text{с}$ . В зимний период размер турбулентных вихрей составляет 10–20 м, скорость диссипации энергии находится в диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}^3$ , а коэффициент турбулентной диффузии – в диапазоне от  $10^{-2}$  до  $10^{-1} \text{ м}^2/\text{с}$ .

*Ключевые слова:* атмосферная неустойчивость, турбулентность, масштаб вихря, скорость диссипации энергии, коэффициент турбулентной диффузии

Табл. 1. Ил. 6. Библ. 40.

**DOI:** <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-133-153>

УДК 551.513:311(261)

**Оценка внутренней структуры тропосферных волн над тропическими акваториями Атлантики по данным реанализа** / Мартинез Э.Н., Балакин В.С., Шипко Ю.В., Колычев О.В., Семенов М.Е. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 154-166.

Предметом исследования являются восточные тропические волны средней тропосферы района Атлантики, развитие которых сопровождается обширными ливнями и грозами и иногда приводит к образованию тропических циклонов. Исходный материал – срочные данные реанализа параметров атмосферы NCEP/DOE AMIP-II на изобарических уровнях 850, 700 гПа в период активности волн (июнь–октябрь) за 2018–2023 гг. Методы исследования – подходы прикладной статистики: кластерный, факторный, дискриминантный анализы. Построена факторная модель количественной оценки синоптических ситуаций. Выявлены статистически различающиеся группы объектов циркуляции, для которых даны описания с примерами типовых карт барической топографии. Представлена модель классификации синоптических ситуаций по типам, в том числе реализующих тропические волны.

*Ключевые слова:* тропическая волна, реанализ, геопотенциальная высота, изобарический уровень, фактор, кластер, карта барической топографии

Табл. 1. Ил. 10. Библ. 15.

**DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-154-166>**

УДК 631.559:528.8:551.501.86:551.586

**Метод подекадной оценки вклада агрометеорологических условий в ожидаемую продуктивность озимых зерновых культур на основе спутниковой и наземной информации** / Клещенко А.Д., Савицкая О.В. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2026. № 3 (401). С. 167-183.

В статье представлен разработанный и апробированный метод подекадной диагностики вклада агрометеорологических факторов в продуктивность озимых зерновых культур, основанный на интегральном анализе спутниковых спектральных индексов и наземных метеорологических данных для территории Северо-Кавказского, Приволжского и Центрально-Черноземного УГМС. В качестве спутниковой информации использованы данные радиометров MODIS (спутник Terra) и VIIRS (спутник SUOMI NPP), на основе которых рассчитывались вегетационные индексы NDVI, VCI и VCNI. Наземная информация включает декадные метеорологические и агрометеорологические показатели, отражающие температурно-влажностные условия. Созданные в рамках исследования алгоритм и программные модули позволяют в автоматизированном режиме отслеживать ежедекадные изменения агрометеорологических условий и количественно ранжировать факторы по их вкладу в формирование ожидаемой урожайности озимых зерновых культур, обеспечивая информационную основу для обоснованного планирования агротехнических мероприятий.

*Ключевые слова:* агрометеорологические условия, подекадный мониторинг, урожайность, метеорологическая информация, спутниковые индексы (NDVI, VCI, VCNI), MODIS, VIIRS

Табл. 1. Ил. 13. Библ. 8.

**DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2026-3-167-183>**