

**Роль искусственного интеллекта в прогнозировании погодных аномалий:  
глобалистский аспект**

**Научный руководитель – Караханян Арсен Антонович**

*Караханян Арсен Антонович*

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет  
глобальных процессов, Образовательная программа «Глобальные политические  
процессы и дипломатия», Москва, Россия

*E-mail: 199senich@mail.ru*

Погодные аномалии и экстремальные гидрометеорологические явления в последние годы всё чаще воспринимаются как один из ключевых факторов социально-экономической нестабильности. Сильные осадки, засушливые периоды, ураганные ветры, штормы, а также волны тепла и холода влияют на транспорт, энергетику, сельское хозяйство и состояние критической инфраструктуры. Для России, с её огромной территорией и разнообразием климатических зон, такие явления означают не только локальные разрушения, но и серьёзные риски для устойчивого развития целых регионов [1].

Традиционно основой прогноза погоды остаются численные модели атмосферы и океана, которые опираются на физические законы и многолетний опыт гидрометеорологической науки. Однако по мере роста частоты и интенсивности экстремальных явлений становятся заметны ограничения сугубо физико-ориентированного подхода: высокая вычислительная стоимость повышения пространственного разрешения, чувствительность к качеству исходных данных и трудности в учёте мелкомасштабных процессов, определяющих развитие опасных явлений [2]. На этом фоне всё большее внимание привлекают методы искусственного интеллекта, способные дополнить, а не заменить существующие модели.

Российские исследования показывают, что алгоритмы машинного и глубокого обучения могут значительно повысить качество краткосрочного прогноза экстремальных осадков, шквалистого ветра и грозовой активности, особенно на локальном и региональном уровнях [1; 3]. Как правило, ИИ-модели используют в качестве входных данных совместно выходы численных моделей и результаты наблюдений. В такой конфигурации они выступают в роли «интеллектуальной постобработки»: корректируют систематические ошибки, уточняют пространственно-временную структуру полей осадков и ветра и тем самым делают прогноз более полезным для практического применения - от планирования работы коммунальных служб до управления рисками в энергетике и транспорте [1].

Важным направлением становится и работа с большими массивами гидрометеорологических данных. В реальных условиях наблюдательные сети распределены неравномерно, спутниковые и радарные данные содержат пропуски и шумы, а наземные измерения иногда противоречат друг другу. Методы машинного обучения используются для восстановления отсутствующих значений, фильтрации артефактов и интерполяции полей в регионах с редкой сетью станций [1; 3]. В результате формируется более полная и согласованная информационная база, на основе которой можно надёжнее оценивать как текущую ситуацию, так и перспективы развития опасных процессов.

Отдельный блок задач связан с интеграцией ИИ в системы предупреждения и управления рисками. Российские авторы подчёркивают, что здесь важно не только повысить точность прогноза, но и перевести его в форму, удобную для принятия решений: индексы риска для конкретных отраслей, сценарии развития обстановки, оценки возможного

ущерба [2]. Такие продукты позволяют органам власти и бизнесу заранее планировать меры по снижению последствий экстремальных явлений, а не ограничиваться реакцией «по факту» уже случившейся катастрофы.

При этом на первый план выходит вопрос доверия к ИИ-системам. Сложные нейросетевые модели часто воспринимаются как «чёрный ящик», что вызывает обоснованные сомнения у специалистов, отвечающих за официальные предупреждения и безопасность населения. В ответ на это развиваются подходы объяснимого ИИ и гибридные physics-informed модели, в которых физические законы и ограничения явно учитываются при построении алгоритмов [2; 3]. Такой подход снижает риск появления физически нереалистичных прогнозов, облегчает экспертную проверку результатов и делает возможной их интеграцию в регламентированные процедуры национальных гидрометеорологических служб.

С точки зрения глобального и национального управления климатическими рисками искусственный интеллект постепенно занимает место одного из системообразующих элементов современной прогностической инфраструктуры. Он позволяет более полно использовать разнородные данные, улучшать качество прогнозов экстремальных явлений, адаптировать информацию под нужды конкретных отраслей и регионов и тем самым повышать устойчивость общества к погодным аномалиям [1-3]. Для России ключевым становится сочетание технологического развития (вычислительные ресурсы, инфраструктура данных, внедрение ИИ-сервисов) с подготовкой кадров, умеющих работать на стыке метеорологии, информатики и анализа данных, а также с участием в международных инициативах по обмену знаниями и технологиями.

#### Источники и литература

- 1) Зимин А.В., Коршунов А.В., Воеводин С.Н. Применение методов машинного обучения для прогноза экстремальных гидрометеорологических явлений на территории России // Гидрометеорология и экология. 2018. № 4. С. 12–23.
- 2) Лыков В.Н., Синюкова Т.В. Возможности и ограничения применения методов искусственного интеллекта в оперативной гидрометеорологии // Вестник гидрометеорологии. 2019. № 2. С. 5–17.
- 3) Фролов С.В., Петров А.А., Смирнов Е.В. Машинное обучение в задачах краткосрочного прогноза осадков: обзор и перспективы // Известия РАН. Серия географическая. 2020. № 3. С. 45–60.