

Сведения о выполненных работах и полученных научных результатах
в период с 01.07.2024 г. по 30.06.2025 г.

по проекту **«Прогнозирование характеристик и эволюции облаков верхнего
яруса на основе данных наземного и спутникового зондирования атмосферы с
использованием методов машинного обучения»**,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 24-72-10127

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Кучинская Олеся Ивановна

В первый год реализации проекта основное внимание было уделено исследованию и интеграции данных из различных источников для комплексной оценки оптических, геометрических, микрофизических, метеорологических и радиационных характеристик облаков верхнего яруса (ОВЯ). Разработан метод, который объединяет данные лидарных наблюдений, спутниковых измерений, аэрологического зондирования и атмосферных реанализов для всестороннего изучения ОВЯ. Ключевым результатом стало подтверждение возможности сопоставления высокоточных локальных данных, полученных с помощью высотного матричного поляризационного лидара (ВМПЛ) НИ ТГУ [Высотный поляризационный лидар для зондирования атмосферы и Томская ионосферная станция «ЛИДАР-ИОНОЗОНД». URL: <https://ckp-rf.ru/usu/73573> (дата обращения: 21.04.2025 г.)], с крупномасштабными данными реанализов и спутниковых наблюдений. Это расширяет область применения локальных измерений и помогает выявлять типичные условия для формирования облаков. Данный подход может оказаться полезным для уточнения параметров в климатических моделях и задачах краткосрочного прогноза облачности. В дальнейшем планируется развивать инструменты для прогнозирования формирования и характеристик ОВЯ, а также интегрировать дополнительные источники данных для оценки облачного покрова и его изменений. Результаты исследования подчеркивают значимость комплексного анализа данных для создания более точных моделей прогнозирования климата и погоды. Для более точного определения границ фронтов воздушных масс был разработан метод, основанный на анализе производной температуры по высоте. Этот подход позволил выявить критические точки изменения температуры, что является индикатором наличия фронтальной поверхности. Для аппроксимации зависимости приращения температуры от высоты использовался полином третьей степени, что дало возможность учесть нелинейные изменения температурного градиента и более точно описать его поведение.

Создана эффективная система сбора, хранения и обработки атмосферных параметров для дальнейшего анализа и обучения алгоритмов машинного обучения. Для этого разработано программное обеспечение на языке программирования Python, которое описывает характеристики обрабатываемых данных, включая лидарные измерения и данные реанализов ERA-5 и MERRA-2. Реализованы функции для вычисления средних значений, стандартных отклонений и формирования удобных

датасетов. Создан класс DB с методами для извлечения и обработки метеорологических данных, обеспечивающий работу с 2698 сериями наблюдений. Для хранения данных была выбрана реляционная база данных SQLite, что обеспечит компактное хранение и быстрый доступ к информации. Реализована автоматизация загрузки спутниковых данных Terra и Aqua с серверов NASA через разработанное программное обеспечение для формирования запросов и фильтрации по времени и месту проведения лидарных экспериментов. Следует отметить, что массив данных будет систематически пополняться: эксперименты по лидарному зондированию атмосферы проводятся в различных метеорологических условиях и будут продолжаться на протяжении всего периода реализации проекта.