

**«АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И МОНИТОРИНГА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Құлмағамбетова Назымгүл Елеусынқызы

nazekakulmaga576@gmail.com

студентка 4 курса образовательной программы «Прикладная экология» Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, г. Атырау, Республика Казахстан
Научный руководитель — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор
Тлепбергенова А.Е.

Климат Земли — это сложная система, формируемая долгосрочными средними значениями и изменениями метеорологических факторов, таких как температура, влажность, ветер, атмосферное давление и осадки. Она оказывает прямое влияние на устойчивость природных экосистем, круговорот воды, продуктивность сельского хозяйства и жизнь человечества.

В последние десятилетия деятельность человека стала причиной значительных изменений климата. Вырубка лесов, сжигание ископаемого топлива и развитие промышленности увеличили концентрацию парниковых газов в атмосфере. В результате повышается уровень моря, тают ледники, изменяется характер осадков, учащаются экстремальные погодные явления [1].

Эти изменения представляют угрозу не только для экологии, но и для социально-экономической стабильности, продовольственной безопасности и здоровья населения. Поэтому для точного прогнозирования, мониторинга и анализа климатических изменений необходим экологический контроль. Спутники, метеостанции и различные датчики обеспечивают большой объем данных, который анализируется с использованием методов искусственного интеллекта и машинного обучения [2].

Модели ИИ позволяют выявлять сложные нелинейные взаимосвязи, прогнозировать экстремальные погодные условия, контролировать растительный покров и анализировать спутниковые изображения, обеспечивая ученым и политикам возможность принимать точные решения. Методы ANN и предварительной обработки повышают надежность климатических прогнозов и делают их удобными для применения в реальном времени.

В последние годы ИИ и анализ больших данных активно применяются для прогнозирования климата. Heshmati et al.(2019) показали влияние климатических изменений на распространение растений, а Huntingford et al. (2019) отметили роль машинного обучения в точном прогнозе экстремальной погоды.

Долгосрочные климатические прогнозы рассчитываются на периоды от сезонов до десятилетий и имеют вероятностный характер, показывая общие тенденции в климатической системе, а не отдельные события. Помимо детерминированных пределов, такие прогнозы включают распределение вероятностей интенсивности и продолжительности экстремальных явлений, их временную предрасположенность и изменения частоты возникновения. Эти характеристики важны для анализа экстремальных климатических событий.

Экстремальные климатические условия рассматриваются как явления с определёнными временными характеристиками — частотой, интенсивностью и продолжительностью. Такой подход позволяет исследователям изучать вероятностную структуру климатической системы и динамику экстремальных событий. Детерминированные прогнозы погоды в рамках данного исследования не рассматриваются, так как методы их построения отличаются от методов климатического прогнозирования.

Для прогнозирования изменений климата была применена системная методология на основе ИИ. Она включает сбор метеоданных, их предварительную обработку, создание

признаков (feature engineering) и нормализацию. На этапе предварительной обработки удаляются отсутствующие, повторяющиеся или некорректные данные, что повышает качество информации и надёжность модели. При создании признаков выделяются ключевые переменные или формируются новые показатели, что позволяет модели точнее выявлять связи между климатическими параметрами. Нормализация данных приводит все показатели к единой шкале, обеспечивая эффективное обучение нейронной сети и стабильную работу модели [3].

Таким образом, долгосрочные вероятностные климатические прогнозы в сочетании с методами искусственного интеллекта становятся основным инструментом для оценки интенсивности и распространения экстремальных явлений, что повышает эффективность использования данных в политике и экологическом мониторинге.

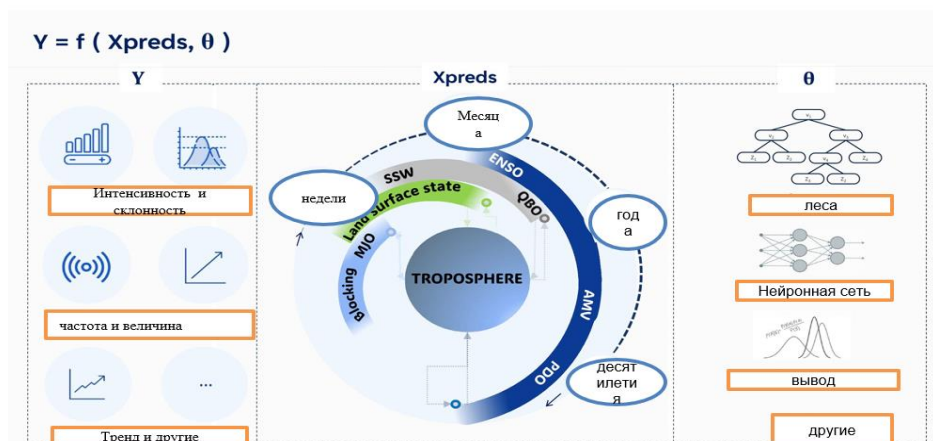


Рисунок 1. Искусственный интеллект анализирует различные факторы и данные для прогнозирования экстремальных климатических явлений.

В дальнейшем будут рассматриваться возможности применения современных методов машинного обучения (ML) для прогнозирования климатических изменений и мониторинга окружающей среды, с особым акцентом на эффективность моделей, основанных на искусственных нейронных сетях (ANN).

Для разработки моделей и оценки их работы использовался язык программирования Python. Все вычисления проводились в среде Jupyter Notebook. Исследование выполнялось на высокопроизводительной вычислительной системе с 32 Гб оперативной памяти и графическим ускорителем для ускоренной обработки больших массивов климатических данных и данных дистанционного зондирования [4].

В процессе моделирования были применены известные научные библиотеки: TensorFlow и Keras для построения нейронных сетей, а также NumPy, Pandas и Scikit-learn для обработки и анализа данных.

Модель, построенная на основе искусственной нейронной сети, демонстрирует высокую точность прогнозирования. Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0.9625$, среднеквадратическая ошибка $MSE = 0.0175$, корень среднеквадратичной ошибки $RMSE = 0.194$, а средняя абсолютная ошибка $MAE = 0.155$. Эти показатели представлены во 2 таблице.

Результаты подтверждают высокую прогнозную способность предложенной ANN-модели. Кроме того, использование такого подхода на основе данных позволяет эффективно оценивать потенциальное воздействие климатических изменений и служит надёжным инструментом для мониторинга окружающей среды.

Таблица 1. Оценка эффективности ANN в прогнозировании изменения климата

Метрика	Искусственная нейронная сеть
R2	96.25

MSE	0.0175
RMSE	0.194
MAE	0.155

Точное прогнозирование климатических изменений имеет ключевое значение для обеспечения экологической устойчивости, подготовки к природным катастрофам и разработки эффективной политики. В данной статье показан потенциал объединения технологий искусственного интеллекта с большими данными для создания масштабных и эффективных решений в области климатического прогнозирования.

Для повышения устойчивости рассматривались вопросы проектирования центров обработки облачных данных, оптимизации энергопотребления и использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая, гидро- и геотермальная энергия. Несмотря на высокий потенциал интеграции возобновляемых источников в облачную инфраструктуру, результаты исследования показали необходимость решения проблем нестабильности инфраструктуры, затрат и ограничений ресурсов.

Модель ANN, построенная на основе десятилетних метеорологических данных, продемонстрировала высокую точность, достигнув $R^2 = 0,9625$ и $MSE = 0,0175$. Такой подход позволяет не только точно оценивать климатические тенденции, но и улучшать экологическое планирование.

В будущем будут увеличиваться объем используемых данных, включая информацию в реальном времени из различных регионов, а также интегрировать социально-экономические переменные. Кроме того, предполагается применение сложных гибридных моделей для повышения точности прогнозов.

Такие подходы могут способствовать совершенствованию систем раннего предупреждения в регионах и поддерживать разработку эффективной климатической политики.

Список литературы:

1. M.L.DeMarche, D.F.Doak и W.F.Morris, «Включение локальной адаптации в прогноз распределения и численности видов в условиях изменения климата», *Glob. Chang. Biol.*, том 25, № 3, с. 775–793, 2019.
2. E.A.Barnes, C.Anderson и I.Ebert-Uphoff, «Подход ИИ для определения времени проявления климатических изменений», в материалах 8-й Международной рабочей группы по климатической информатике: CI 2018, 2018, с. 19–22.
3. M.A.Semenov и P.Stratonovitch, «Использование ансамблей нескольких моделей глобальных климатических моделей для оценки воздействия изменения климата», *Clim. Res.*, том 41, с. 1–14, январь 2010, doi: 10.3354/cr00836.
4. S.Garg, «Прогностический мониторинг производительности, распределение ресурсов и эффективное управление затратами в SaaS с использованием AI/ML», *Int. J. Core Eng. Manag.*, том 6, № 6, с. 263–273, 2019.