

**ЭЛЬ-НИНЬО – ЮЖНОЕ КОЛЕБАНИЕ ЗИМОЙ 2024–2025 ГГ.  
И ПРОГНОЗ ЛА-НИНЬЯ 2025–2026 ГГ.****А.С. Лубков, Е.Н. Воскресенская**

Институт природно-технических систем,  
РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28  
E-mail: andrey-ls2015@yandex.ru

В работе рассмотрено актуальное состояние Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) осенью-зимой 2024–2025 гг. Показано, что прогнозируемое различными моделями, в том числе, и мировых климатических центров Ла-Нинья 2024–2025 гг. не состоялось. Об этом свидетельствует комплекс сложившихся текущей зимой аномалий в системе океан-атмосфера экваториальной зоны Тихого океана. Действительно, зимой текущего года отмечалось формирование условий, которые могут характеризовать начало события Ла-Нинья. Однако продолжительность существования этих условий не соответствует минимальной продолжительности событий ЭНЮК. С помощью разработанной в Институте природно-технических систем (ИПТС) нейросетевой модели получен прогноз Ла-Нинья в 2025–2026 гг. Он показывает, что с марта по июль 2025 г. ЭНЮК будет характеризоваться нейтральными условиями, а в августе – начнет развиваться событие Ла-Нинья, которое в зрелой фазе будет соответствовать центрально-тихоокеанскому типу. Ансамблевые оценки моделей мировых климатических центров тоже указывают на возможное наступление Ла-Нинья во второй половине 2025 г. с вероятностью 32–55%, но тип события мировыми климатическими центрами не рассматривается.

**Ключевые слова:** ЭНЮК, Ла-Нинья, температура поверхности океана, подповерхностный слой океана, долгосрочный прогноз, нейронные сети, моделирование

Поступила в редакцию: 27.02.2025. После доработки: 12.03.2025. Принята к печати: 20.03.2025.

**Введение.** Эль-Ниньо – Южное колебание – важнейший глобальный климатический процесс межгодового масштаба, включающий в себя теплую фазу – Эль-Ниньо, холодную фазу – Ла-Нинья, и нейтральную фазу. События Эль-Ниньо и Ла-Нинья обуславливают формирование катастрофических аномалий климата и окружающей среды в разных регионах Земного шара, которые приводят к колоссальному социальному и экономическому ущербу [1–4]. По последним оценкам экспертов ожидаемый суммарный глобальный ущерб от всех событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья в XXI веке может составить 84 трлн. \$ [5].

К настоящему времени получена достаточно подробная характеристика этих событий, проведена классификация каждой фазы ЭНЮК, в результате которой выделено, как минимум, по два пространственных типа составляющих его событий: Восточно-тихоокеанский (ВТ) и Центрально-тихоокеанский (ЦТ), как среди событий Эль-Ниньо [3, 4, 6–8], так

и Ла-Нинья [9–12]. При этом каждый тип имеет свои характерные особенности проявления в аномалиях глобальной климатической системы.

В 2022–2024 гг. наблюдалось интенсивное ВТ Эль-Ниньо, которое на фоне глобальных климатических процессов привело к тому, что в среднем на Земле 2023 и 2024 годы были самыми теплыми за всю историю наблюдений [13, 14]. Обычно после интенсивных событий Эль-Ниньо следует релаксация системы ЭНЮК с последующим формированием событий Ла-Нинья [15], однако пространственный тип этих событий не очевиден.

Заблаговременное определение типа Ла-Нинья играет важную роль для предупреждения глобальных гидрометеорологических аномалий в Атлантико-Европейском регионе, включая Европейскую территорию России (ЕТР). В работе [16] показано противоположное влияние пространственных типов Ла-Нинья на Североатлантическое колебание

(САК). В то же время известно [17, 18], что САК является климатообразующим триггером Европейского континента. Интенсификация или ослабление центров действия атмосферы Северной Атлантики приводит к характерным температурным аномалиям в Европе в холодный период, что детально рассмотрено в [19].

Так, ВТ Ла-Нинья сопровождается значимыми положительными температурными аномалиями в октябре и ноябре в восточной и северной частях Европы, включая ЕТР, а в феврале и марте выраженные отрицательные температурные аномалии наблюдаются почти на всей территории Европы. При этом САК находится в отрицательной фазе с октября по март. При ЦТ Ла-Нинья характерно поле отрицательных аномалий температуры в ноябре в центральной и восточной частях Европы, включая ЕТР, а зимой типична устойчивая теплая аномалия в странах Прибалтики и Великобритании. Для этого типа Ла-Нинья характерна положительная фаза САК в декабре и январе.

Учитывая очевидные отличия в проявлении Ла-Нинья разных типов в Атлантико-Европейском регионе, важно не только заблаговременно прогнозировать события Ла-Нинья, но и их пространственный тип. Таким образом, цель настоящей работы – проанализировать состояние ЭНЮК зимой 2024-2025 гг. и оценить возможность возникновения события Ла-Нинья в 2025 г. с учетом типа.

**Характеристика нейросетевой модели ИПТС.** Модель прогнозирования событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья с учетом их типов, основанная на нейросетевых (НС) методах [20] была разработана и адаптирована в ИПТС.

Общая схема модели проиллюстрирована на рис. 1. Коротко опишем ее.

Первым шагом (рис. 1, этап 1) в предлагаемой модели является декомпозиция прогнозируемого ряда на низкочастотную и высокочастотную компоненты. Разложение проводилось с использованием 9-летнего среднего скользящего фильтра. Сглаженный фильтром ряд принимался за низкочастотную компо-

ненту, а ряд разности исходных и сглаженных значений – за высокочастотную.

На следующем этапе (рис. 1, этап 2) осуществлялся выбор и сортировка предикторов, используемых на этапе моделирования (рис. 1, этап 3).

На третьем этапе (рис. 1) производились модельные расчеты. Поскольку дисперсионный вклад низкочастотной компоненты индексов Nino (по которым обычно оценивается состояние ЭНЮК, проиллюстрированы на рис. 2а) относительно невелик и варьируется от 2% в январе до 13% в весенний сезон, то низкочастотная компонента моделировалась с помощью более простой и быстрой модели – множественной линейной регрессии (МЛР) с применением пошагового алгоритма [21].

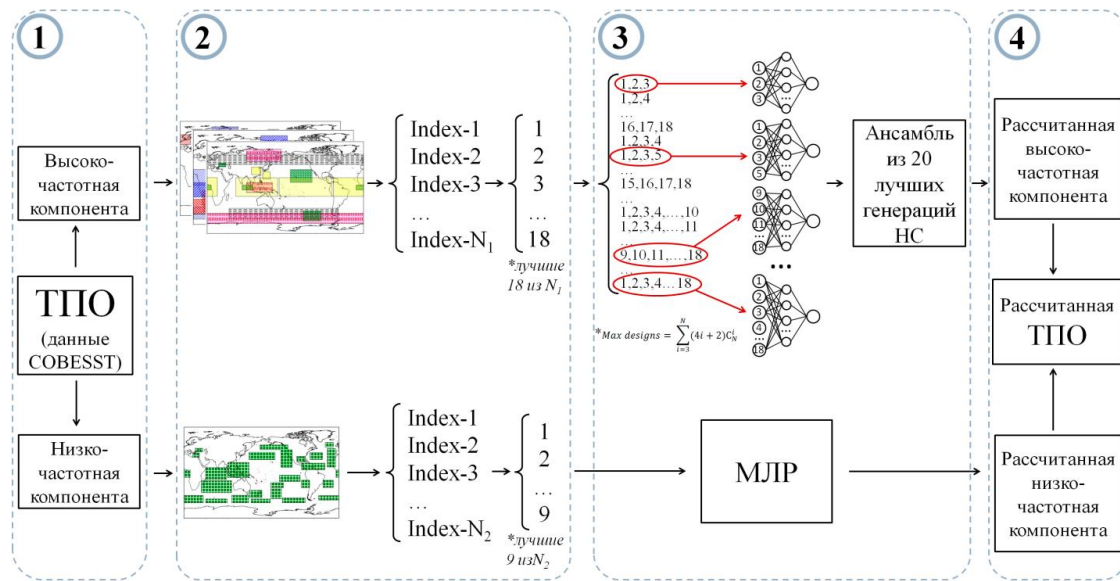
Высокочастотная компонента рассчитывалась с помощью нейросетевых методов. Математическое ядро модели представлено многослойным персептроном [22, 23] со следующими параметрами. Входной слой представлен подготовленным набором предикторов. Выходной слой представлен лишь одним нейроном. Скорость обучения ( $\tau$ ) в соответствии с [24] регулируется количеством нейронов  $i$ -ого слоя ( $N$ ) по соотношению  $\tau=1/N$ . Функция активации нейронов – сигмоидальная биполярная  $f(x) = \tanh(\beta x)$ . Обучение осуществляется с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, а переобучение контролируется алгоритмом поиска максимума обучения, описанным, в том числе, в [20]. Изложенная схема модели подразумевает обучающую (38 лет – 1950–1987 гг.), тестовую (19 лет – 1988–2006 гг.) и контрольную (17 лет – 2007–2023 гг.) выборки.

Моделирование осуществлялось путем множественного перебора комбинаций входных сигналов, в результате которого формировался вектор решений с разными конструкциями НС. На тестовой выборке выбирались наилучшие 20 конструкций НС. Для дальнейшего анализа полученных прогностических индексов Nino использовались средние значения 20 расчетов лучших конструкций НС.

На последнем этапе (рис. 1) полученные расчеты обобщаются, и на контрольной выборке рассчитывается ретроспективный прогноз, который используется для оценки успешности модели.

Успешность предложенной модели обсуждается в [20]. Отмечено, что 5 из 6 событий Эль-Ниньо (включая последнее ВТ Эль-Ниньо-2023) были верно спрогнозированы моделью с годовой забла-

говременностью с учетом их пространственного типа. В то же время с такой же заблаговременностью прогноза только 2 события Ла-Нинья из 8 модель определила верно. Несмотря на это, разработанная в ИПТС модель существенно превосходит гидродинамические модели ведущих климатических центров в вопросе идентификации и воспроизводимости фаз ЭНЮК.



**Рис. 1.** Схема модели: 1) декомпозиция моделируемого ряда; 2) предварительная обработка данных; 3) моделирование; 4) Результаты моделирования и проверка [20]

**Fig. 1.** Model scheme: 1) decomposition of the modeled series; 2) preliminary data processing; 3) modeling; 4) modeling results and verification. [20]

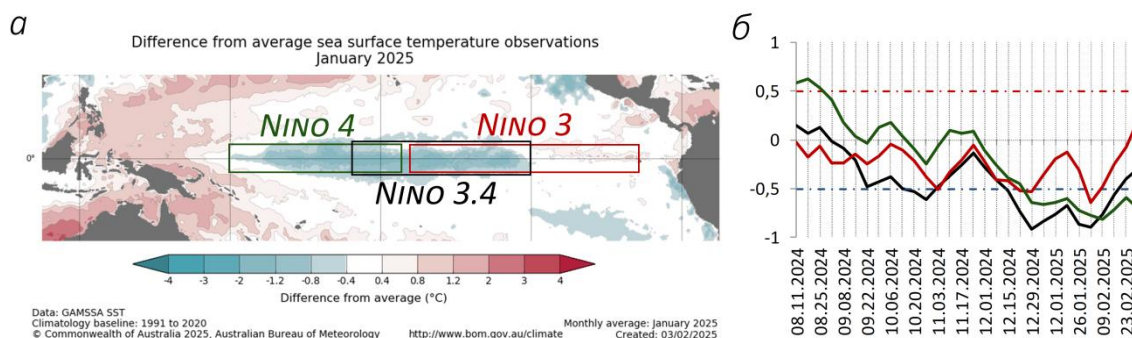
**Состояние ЭНЮК зимой 2024-2025 гг.** Ранее, в работе [25] рассматривался прогноз состояния ЭНЮК на 2024 г. и начало 2025 г. рассчитанный в июне 2024 г. на основе предложенной нейросетевой модели. Предполагалось, что Ла-Нинья начнется в октябре и продлится 5 месяцев до февраля. Мировые климатические центры тогда тоже предупреждали о наступлении Ла-Нинья с различной вероятностью от 55 до 82%.

Рассмотрим состояние ЭНЮК осенью и зимой 2024–2025 гг. На рис. 2 приведены еженедельные индексы Nino с августа 2024 г. по февраль 2025 г. включительно, полученные из оперативного массива обработанных спутнико-

вых данных GMASSA SST (значения индексов взяты с сайта Бюро метеорологии Австралии <http://www.bom.gov.au>, дата обращения 4.03.2025 г.) В октябре 2024 г. аномалия температуры поверхности океана (ТПО) локализовалась в районе Nino 3.4, ее значения были около  $-0.5^{\circ}\text{C}$ . Однако в ноябре индекс Nino 3.4 вновь указывал на нейтральные условия ЭНЮК. Nino 3 и Nino 4 осенью 2024 г. также находились в нейтральной фазе. Интенсификация условий, характерных для Ла-Нинья наблюдались зимой. Индексы Nino 3.4 и Nino 4 указывали отрицательную аномалию ТПО в диапазоне от  $-0.5$  до  $-1.0^{\circ}\text{C}$ . Последние 2 недели

отмечен рост ТПО для всех индексов Nino, а аномалии ТПО для индексов Nino 3 и Nino 1+2 (не приведен на гра-

фике) на сегодня (начало марта 2025 г.) уже положительные.



**Рис. 2.** Области индексов Nino 3, Nino 4 и Nino 3.4 на фоне аномалий ТПО (а) и еженедельные изменения этих индексов с 11 августа 2024 г. по 2 марта 2025 г. (б). Графика на рис. 1а взята с сайта Бюро метеорологии Австралии <http://www.bom.gov.au> (дата обращения 5.02.2025 г.)

**Fig. 2.** Areas of the Nino 3, Nino 4 and Nino 3.4 indices on the background of SST anomalies (a) and weekly changes of these indices in August 11, 2024 to March 2, 2025 (b). The graphics in Fig. 1a are taken from the website of the Australian Bureau of Meteorology <http://www.bom.gov.au> (date of access 05.02.2025)

Рассмотрим температурные характеристики Тихого океана. На рис. 3 изображены аномалии ТПО, полученные из массива GMASSA SST и аномалии подповерхностной температуры, полученные из реанализа GODAS. Локализация аномалии ТПО в январе и феврале 2025 г. (рис. 3 а, в) указывает на условия, характерные для ЦТ Ла-Нинья в соответствии с классификациями [9, 12, 16]. Аномалии температуры подповерхностного слоя океана в январе и феврале (рис. 3 б, г) соответствует условиям ЦТ Ла-Нинья, для которого в зрелую фазу характерно смещение ядра аномалии ближе к линии перемены дат и наблюдается локализация небольшой положительной или нейтральной аномалии температуры у берегов Южной Америки [11]. Индекс Южного колебания по данным Бюро метеорологии Австралии (<http://www.bom.gov.au>, дата обращения 4.03.2025г.) зимой находился между условиями Ла-Нинья и нейтральными.

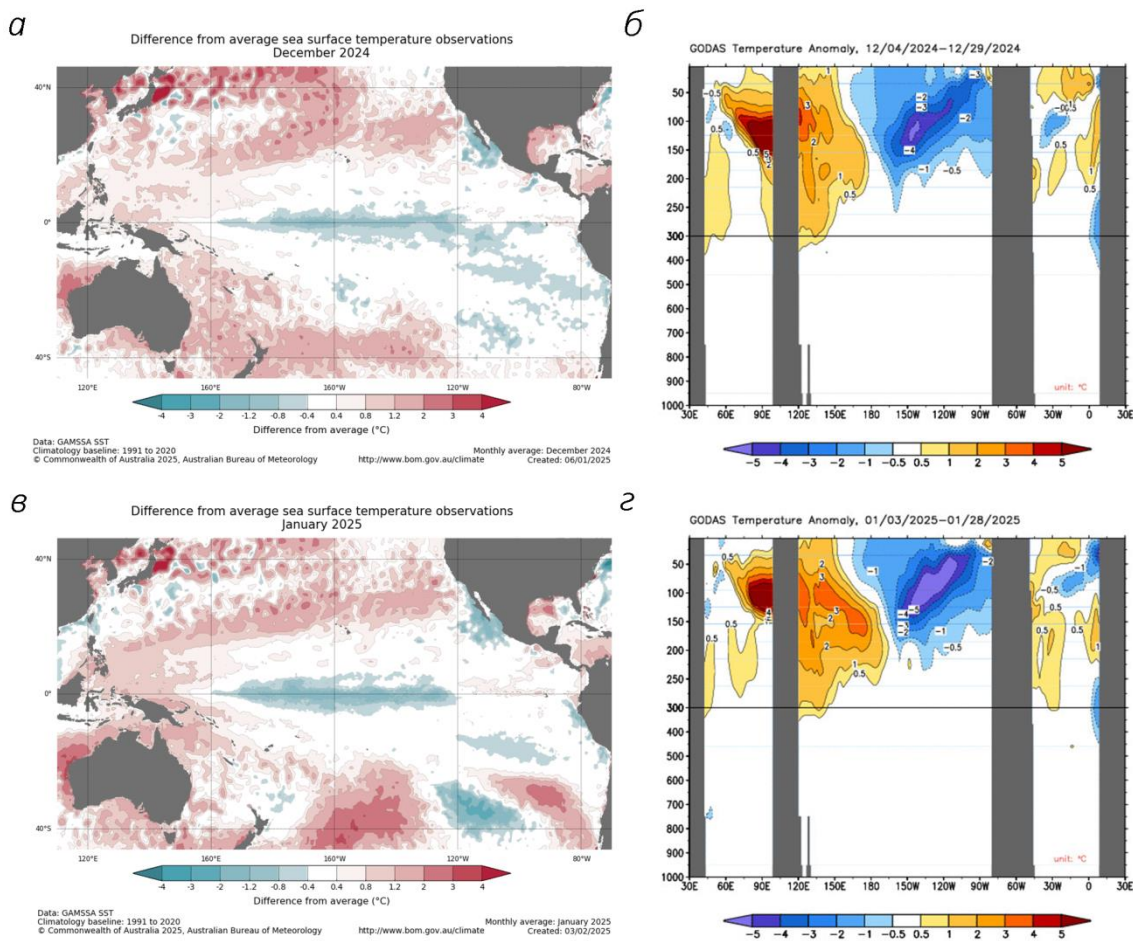
Тем ни менее, с учетом того, что аномалии ТПО уже демонстрируют тенденцию к росту, а для весны обычно характерны нейтральные условия ЭНЮК, продолжительность отрицательной аномалии ТПО в

экваториальной зоне Тихого океана едва ли составит более 3 месяцев. По большинству классификаций, обобщенных в работе [26], несмотря на отмеченные аномалии в океане и атмосфере, необходимым условием идентификации Ла-Нинья является продолжительность события более 3 месяцев. Лишь по нескольким классификациям, к примеру, из работы [6], авторы которой приводят такое необходимое условие определения событий ЭНЮК, как наличие аномалии ТПО в зимний сезон, Ла-Нинья-2024 состоялось. В то же время, условия идентификации Ла-Нинья, использованные авторами исследований [11, 12], Центром климатических прогнозов США, Бюро метеорологии Австралии и Японским метеорологическим агентством, не выполнены в полном объеме для объявления о событии Ла-Нинья-2024.

**Прогноз состояния ЭНЮК до конца 2025 года.** По данным модели ИПТС весной сформируется нейтральная фаза ЭНЮК, которая продлится до августа, когда ожидается начало Ла-Нинья. Индекс Nino 3.4 будет постепенно уменьшаться от  $-0.5^{\circ}\text{C}$  до  $-1.0^{\circ}\text{C}$  с августа по декабрь (рис. 3а). Следует отметить, что

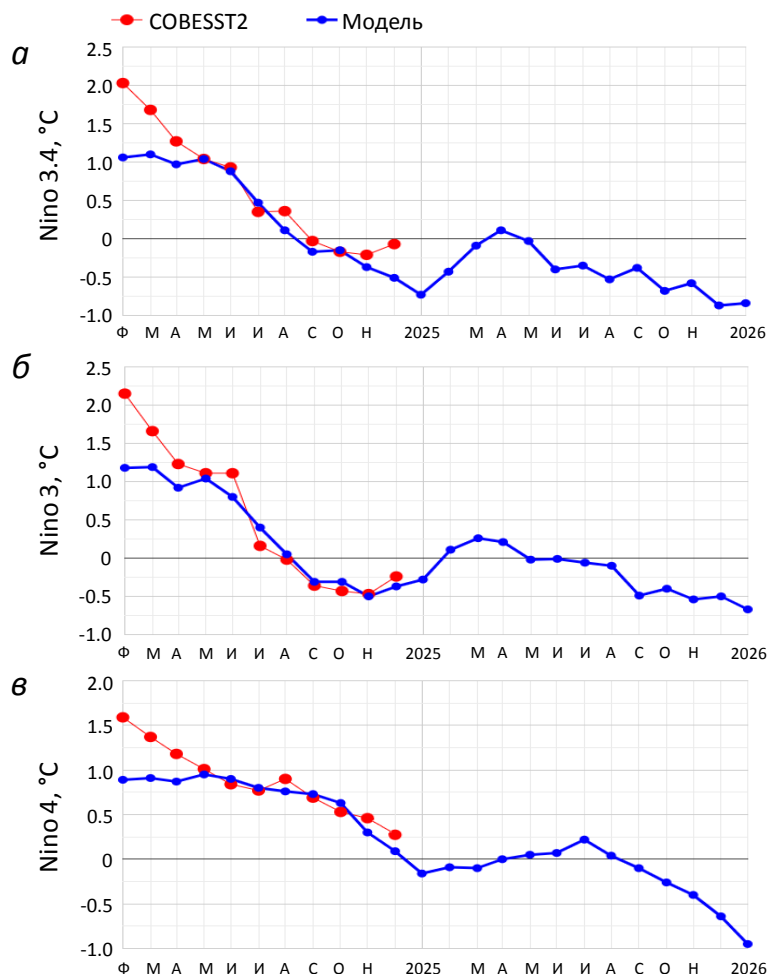
по состоянию на февраль 2025 г. ансамбль прогностических моделей Международного исследовательского института климата и общества Колумбийского университета в период август–ноябрь с вероятностью 42–55% тоже указывает на условия Ла-Нинья и с несколько меньшей вероятностью (32–48%) – на нейтральные условия. В то же время Климатический центр прогнозов США в период август–октябрь с большей вероятностью (44–52%) ожидают нейтральную фазу ЭНЮК и с вероятностью 32–36% – событие Ла-Нинья. Наступление события Эль-Ниньо оценивается ансамблями климатических моделей лишь с вероятностью около 10% (данные с сайта Колумбийского университета: [iri.columbia.edu](http://iri.columbia.edu), дата обращения 21.02.2025 г.).

Рассмотрим подробнее прогноз модели ИПТС (рис. 4). Идентификация событий ЭНЮК традиционно осуществляется по индексу Nino 3.4. В обобщающей работе [26] приведены 33 группы условий для определения события ЭНЮК, используемые разными авторами и мировыми климатическими центрами. Большинство из этих условий требуют сохранения температурной аномалии более 0.5°C по модулю от 3 до 6 месяцев. По результатам проведенного моделирования индекса Nino 3.4 с августа отмечено соответствие термическим условиям, характерным для Ла-Нинья, продолжительность которого составит более 5 месяцев, с учетом того, что развитое событие ЭНЮК обычно наблюдается на протяжении зимы.



**Рис. 3.** ТПО (а, в) и температура подповерхностного слоя (б, г), наблюдаемые в декабре 2024 г. (а, б) и январе 2025 г. (в, г). Графика взята с сайта Бюро метеорологии Австралии <http://www.bom.gov.au> (дата обращения 5.02.2025 г.)

**Fig. 3.** SST (a, b) and subsurface temperature (b, c) observed in December 2024 (a, b) and January 2025 (c, d). Graphics taken from the website of the Australian Bureau of Meteorology <http://www.bom.gov.au> (date of access 05.02.2025)



**Рис. 4.** Трехмесячные скользящие средние аномалии ТПО в районе Niño 3.4 – а, Niño 3 – б и Niño 4 – в по данным расчетов модели ИПТС фоне данных COBESST2. Модельные данные с февраля 2024 г. по февраль 2025 г. приведены для случая ретроспективного прогноза с заблаговременностью 6 месяцев. Графики взяты с сайта проекта модели ИПТС: [neuroclimate.com/enso.html](http://neuroclimate.com/enso.html) (дата обращения 3.01.2025 г.)

**Fig. 4.** Three-month moving SST averaged anomalies in the Niño 3.4 region – а, Niño 3 – б and Niño 4 – в, based on INTS model calculations against the background of COBESST2 data. Modeled data from February 2024 to February 2025 are presented for the hind cast case of a 6 months lead time.

The graphics are taken from the website of INTS model project: [neuroclimate.com/enso.html](http://neuroclimate.com/enso.html) (date of access 03.01.2025)

Опишем возможный тип Ла-Нинья-2025 в соответствии с некоторыми классификациями. По классификации [6], которая выполняется на основе сравнения модуля индексов Niño3 и Niño4 в зимний сезон, Ла-Нинья-2025 года соответствует ЦТ типу. В соответствии с классификациями [9; 16] идентификация аномалии отмечается в районе Niño 3.4 с последующим расположением максимум-

ма в районе Niño 4, что так же соответствует ЦТ типу. В соответствии с классификацией [12], когда в период зрелой фазы максимум локализован в районе Niño 4 ожидается ЦТ тип Ла-Нинья. Следовательно, возможный Ла-Нинья-2025 предварительно будет ЦТ типа.

Следует отметить, что в соответствии с работой [15] о закономерностях фаз ЭНЮК, после события Эль-Ниньо

восточно-тихоокеанского типа обычно наблюдаются 2 события Ла-Нинья (или одно двухлетнее). Как было упомянуто ранее, в 2023 году отмечалось ВТ Эль-Ниньо. Следовательно, слабая отрицательная аномалия ТПО зимой 2024–2025 гг., и прогнозируемое Ла-Нинья 2025–2026 гг. вполне вписываются в полученный авторами вывод.

**Заключение.** Прогнозируемое различными моделями, в том числе, и моделями мировых климатических центров, Ла-Нинья 2024–2025 гг. не состоялось. Об этом свидетельствует комплекс сложившихся текущей зимой аномалий в системе океан-атмосфера экваториальной зоны Тихого океана. Действительно, первоначально отмечалось формирование условий, которые могут характеризовать начало события Ла-Нинья. Однако, продолжительность существования этих условий не превышала 3 месяцев, что не соответствует минимальной продолжительности событий ЭНЮК. Поэтому событие Ла-Нинья не может быть зафиксировано.

С помощью разработанной в ИПТС нейросетевой модели получен прогноз Ла-Нинья 2025–2026 гг. Он показывает, что с марта по июль 2025 г. ЭНЮК будет характеризоваться нейтральными условиями, а в августе начнется развитие события Ла-Нинья, которое в зрелой фазе будет соответствовать центрально-тихоокеанскому типу. Ансамблевые оценки моделей мировых климатических центров тоже указывают на возможное наступление Ла-Нинья во второй половине 2025 г. с вероятностью 32–55%, но, к сожалению, тип события мировыми климатическими центрами не рассматривается.

В связи с индивидуальными особенностями климатических откликов разных типов Ла-Нинья в аномалиях Североатлантического колебания и соответствующих климатических аномалий в Европе, следует подчеркнуть важность прогноза не только холодной фазы ЭНЮК, но и заблаговременное определение пространственного типа Ла-

Нинья, что представляется возможным с использованием модели ИПТС.

Прогнозы в режиме реального времени доступны на сайте: <http://neuroclimate.com>.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера» (№ госрегистрации 124013000609-2).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Philander S.G. El Niño, La Niña, and the southern oscillation. *Int. Geophys. V.* 46. Ser. Academic Press: San Diego. CA. 1989. 289 p.
2. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Masson-Delmotte V., P. Zhai, A. Pirani, [et al.] // Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2391 p. DOI:10.1017/9781009157896.*
3. Larkin N.K., Harrison D.E. Global seasonal temperature and precipitation anomalies during El Niño autumn and winter // *Geophysical Research Letter.* 2005. V. 32 (16). P. L16705. DOI: 10.1029/2005GL022860
4. Ashok K., Behera S.K., Rao S.A., Weng H., Yamagata T. El Niño Modoki and its possible teleconnection // *Journal of Geophysical Research.* 2007. V. 112. P. C11007. DOI: 10.1029/2006JC003798
5. Callahan C.W., Mankin J.S. Persistent effect of El Niño on global economic growth // *Science.* 2023. V. 380 (6649). P. 1064–1069. DOI:10.1126/science.adf2983
6. Yeh S.-W., Kug S.-J., Dewitte B., Kwon M.-H., Kirtman B. P., Jin F.-F. El Niño in a changing climate. // *Nature.* 2009. V. 461. P. 511–514. DOI: 10.1038/nature08316. PMID: 19779449
7. Takahashi K., Montecinos A., Goubanova K., Dewitte B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El

- Nino // Geophysical Research Letters. 2011. V. 38. P. L10704. DOI: 10.1029/2011GL047364
8. *Ludescher J., Bunde A., Schellnhuber H.J.* Forecasting the El Niño type well before the spring predictability barrier // *npj. Clim. Atmos. Sci.* 2023. V. 6. P. 196. DOI: 10.1038/s41612-023-00519-8
9. *Yuan Y., Yan H.M.* Different types of La Nina events and different responses of the tropical atmosphere // *Chinese Science Bulletin.* 2013. V. 58. P. 406–415. DOI: 10.1007/s11434-012-5423-5
10. *Song L., Chen S., Chen W., Chen X.* Distinct impacts of two types of La Niña events on Australian summer rainfall // *International Journal of Climatology.* 2016. V. 37(5). P. 2532–2544. DOI:10.1002/joc.4863
11. *Yu J.Y., Kao H.Y., Lee T., Kim S.T.* Subsurface ocean temperature indices for Central-Pacific and Eastern-Pacific types of El Niño and La Niña events // *Theor. Appl. Climatol.* 2011. V. 103. P. 337–344. DOI: 10.1007/s00704-010-0307-6
12. *Voskresenskaya E.N., Marchukova O.V.* Spatial classification of La Nina events // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics.* 2017. V. 53(1) P. 111–119. DOI:10.1134/S0001433817010133
13. *Raghuraman S. P., Soden B., Clement A., Vecchi G., Menemenlis S., Yang W.* The 2023 global warming spike was driven by the El Niño–Southern Oscillation // *Atmos. Chem. Phys.* 2024. V. 24. P. 11275–11283. DOI:10.5194/acp-24-11275-2024
14. *Blanchard-Wrigglesworth E., Bilbao R., Donohoe A., Materia S.* Record warmth of 2023 and 2024 resulted from ENSO transition and Northern Hemisphere absorbed shortwave anomalies // *ESS Open Archive.* 2025. DOI: 10.22541/essoar.174087626.60948748/v1
15. *Marchukova O.V., Voskresenskaya E.N., Lubkov A.S.* Diagnostics of the La Niña events in 1900–2018 // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2020. V. 606. P. 012036. DOI: 10.1088/1755-1315/606/1/012036
16. *Zhang W., Wang L., Xiang B., Qi L., He J.* Impacts of two types of La Niña on the NAO during boreal winter // *Climate Dynamics.* 2014. V. 44. P. 1351–1366. DOI: 10.1007/s00382-014-2155-z
17. *Мохов И.И., Смирнов Д.А.* Исследование взаимного влияния процессов Эль-Ниньо – Южное колебание и Северо-Атлантического и Арктического колебаний // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2006. Т. 42. № 5. С. 650–667.
18. *Polyakova E.I., Journal A.G., Polyakov I.V., Bhatt U.S.* Changing relationship between the North Atlantic Oscillation and key North Atlantic climate parameters // *Geophys. Res. Lett.* 2006. V. 33. P. L03711. DOI: 10.1029/2005GL024573.
19. *Lubkov A.S., Voskresenskaya E.N., Marchukova O.V., Evstigneev V.P.* European temperature anomalies in the cold period associated with ENSO events // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2020. V. 606. P. 012031. DOI:10.1088/1755-1315/606/1/012031
20. *Lubkov A.S., Voskresenskaya E.N., Marchukova O.V.* A New Approach to Using Neural Networks for Long-Term El Niño and La Niña Forecasting // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics.* 2024. V. 60 (1). P. S46–S61. DOI:10.1134/S0001433824700555
21. *Venables W.N., Ripley B.D.* Linear Statistical Models. In: *Modern Applied Statistics with S. Statistics and Computing.* Springer: New York, NY. 2002. P. 139–181. DOI: 10.1007/978-0-387-21706-2\_6
22. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика. 2002. 344 с.
23. *Haykin S.* *Neural networks, a comprehensive foundation.* N.Y.: Macmillan College Publishing Company. 1994. 823 p.
24. *Demuth H., Beale M.* *Neural Network Toolbox for use with Matlab.* // *Natick: The MathWorks.* 1992. 742 p.
25. *Лубков А.С.* Долгосрочное прогнозирование явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья с использованием модели на основе нейронных сетей: дис. канд. ф.-м. наук: 1.6.18. – Институт природно-технических систем, Севастополь, 2024. 182 с. Режим доступа

<https://meteoinfo.ru/dissboard/zashchita-dissertatsii-lubkovym-a-s>

matol. 2022. V. 42(10). P. 5321–5341.  
DOI: 10.1002/joc.7535

26. Webb E.J., Magi B.I. The Ensemble Oceanic Niño Index // International. J. Cli-

**EL-NINO – SOUTHERN OSCILLATION IN WINTER 2024–2025  
AND THE LA NINA 2025–2026 FORECAST**

**A.S. Lubkov, E.N. Voskresenskaya**

Institute of Natural and Technical Systems (INTS), RF, Sevastopol, Lenin St., 28  
E-mail: andrey-ls2015@yandex.ru

The current state of El Niño – Southern Oscillation (ENSO) in the autumn and winter of 2024–2025 is considered in the paper. A forecast obtained using the neural network model developed in INTS is provided. According to the results of a comprehensive analysis of the ENSO characteristics, the 2024–2025 La Niña forecast did not take place. In fact, the complex of current winter anomalies resembles the conditions that may characterize the beginning of La Niña event. However, the duration of the anomaly existence does not correspond to the minimum typical duration of the events of the ENSO. The calculations based on the author's model predict the upcoming La Niña event in 2025–2026. The obtained results specify that neutral ENSO conditions will exist from March to July. Then, the La Niña event will begin in August. Its mature phase will correspond to the Central Pacific type. The model ensemble estimates of the world climate centers indicate the possible onset of La Niña in the second half of 2025 with the probability of 32–55% but without determining its type.

**Keywords:** ENSO, La Nina, sea surface temperature, subsurface layer, long-term forecast, neural networks, modeling

**REFERENCES**

1. Philander S.G. El Niño, La Niña, and the southern oscillation. *International Geophysics Series*. Academic Press, San Diego, CA, 1989, Vol. 46, 289 p.
2. Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., and et al. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2391 p. DOI:10.1017/9781009157896.
3. Larkin N.K. and Harrison D.E. Global seasonal temperature and precipitation anomalies during El Niño autumn and winter. *Geophysical Research Letter*, 2005, Vol. 32 (16), L16705 p. DOI: 10.1029/2005GL022860
4. Ashok K., Behera S.K., Rao S.A., Weng H., and Yamagata T. El Niño Modoki and its possible teleconnection. *Journal of Geophysical Research*, 2007, Vol. 112, C11007 p. DOI: 10.1029/2006JC003798
5. Callahan C.W. and Mankin J.S. Persistent effect of El Niño on global economic growth. *Science*, 2023, Vol. 380 (6649), pp. 1064–1069. DOI:10.1126/science.adf2983
6. Yeh S.-W., Kug S.-J., Dewitte B., Kwon M.-H., Kirtman B.P., and Jin F.-F. El Niño in a changing climate. *Nature*, 2009, Vol. 461, pp. 511–514. DOI: 10.1038/nature08316. PMID: 19779449
7. Takahashi K., Montecinos A., Goubanova K., and Dewitte B. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophysical Research Letters*, 2011, Vol. 38, L10704 p. DOI: 10.1029/2011GL047364
8. Ludescher J., Bunde A., and Schellnhuber H.J. Forecasting the El Niño type well before the spring predictability barrier. *npj Climate and Atmospheric Science*, 2023, Vol. 6, 196 p. DOI: 10.1038/s41612-023-00519-8
9. Yuan Y. and Yan H.M. Different types of La Nina events and different responses of the tropical atmosphere. *Chinese Science Bulletin*, 2013, Vol. 58, pp. 406–415. DOI: 10.1007/s11434-012-5423-5
10. Song L., Chen S., Chen W., and Chen X. Distinct impacts of two types of La Niña events on Australian summer rainfall. *International Journal of Climatology*, 2016, Vol. 37 (5), pp. 2532–2544. DOI:10.1002/joc.4863

11. Yu J.Y., Kao H.Y., Lee T., and Kim S.T. Subsurface ocean temperature indices for Central-Pacific and Eastern-Pacific types of El Niño and La Niña events. *Theoretical and Applied Climatology*, 2011, Vol. 103, pp. 337–344. DOI: 10.1007/s00704-010-0307-6
12. Voskresenskaya E.N. and Marchukova O.V. Spatial classification of La Nina events. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2017, Vol. 53 (1), pp. 111–119. DOI:10.1134/S0001433817010133
13. Raghuraman S.P., Soden B., Clement A., Vecchi G., Menemenlis S., and Yang W. The 2023 global warming spike was driven by the El Niño–Southern Oscillation. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2024, Vol. 24, pp. 11275–11283. DOI:10.5194/acp-24-11275-2024
14. Blanchard-Wrigglesworth E., Bilbao R., Donohoe A., and Materia S. Record warmth of 2023 and 2024 resulted from ENSO transition and Northern Hemisphere absorbed shortwave anomalies. ESS Open Archive, 2025. DOI: 10.22541/essoar.174087626.60948748/v1
15. Marchukova O.V., Voskresenskaya E.N., and Lubkov A.S. Diagnostics of the La Niña events in 1900–2018. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 2020, Vol. 606, p. 012036. DOI: 10.1088/1755-1315/606/1/012036
16. Zhang W., Wang L., Xiang B., Qi L., and He J. Impacts of two types of La Niña on the NAO during boreal winter. *Climate Dynamics*, 2014, Vol. 44, pp. 1351–1366. DOI: 10.1007/s00382-014-2155-z
17. Mohov I.I. and Smirnov D.A. Issledovanie vzaimnogo vliyaniya processov El-Nino – Yuzhnoe kolebanie i Severo-Atlanticheskogo i Arkticheskogo kolebanij (Study of the mutual influence of the El Niño-Southern Oscillation and the North Atlantic and Arctic Oscillation processes). *Izvestiya RAN. Fizika atmosfery i okeana*, 2006, Vol. 42, No. 5, pp 650–667.
18. Polyakova E.I., Journel A.G., Polyakov I.V., and Bhatt U.S. Changing relationship between the North Atlantic Oscillation and key North Atlantic climate parameters. *Geophysical Research Letters*, 2006, Vol. 33, L03711 p. DOI: 10.1029/2005GL024573.
19. Lubkov A.S., Voskresenskaya E.N., Marchukova O.V., and Evstigneev V.P. European temperature anomalies in the cold period associated with ENSO events. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2020, Vol. 606, p. 012031. DOI:10.1088/1755-1315/606/1/012031
20. Lubkov A.S., Voskresenskaya E.N., and Marchukova O.V. A New Approach to Using Neural Networks for Long-Term El Nino and La Nina Forecasting. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2024, Vol. 60 (1), pp. S46–S61. DOI:10.1134/S0001433824700555
21. Venables W.N. and Ripley B.D. Linear Statistical Models. In: *Modern Applied Statistics with S. Statistics and Computing*. Springer: New York, NY, 2002, pp. 139–181. DOI: 10.1007/978-0-387-21706-2\_6
22. Osovskij S. Nejrornyie seti dlya obrabotki informacii (Neural networks for information processing). Moscow: Finansy i statistika, 2002, 344 p.
23. Haykin S. Neural networks, a comprehensive foundation. N.Y.: Macmillan College Publishing Company, 1994, 823 p.
24. Demuth H. and Beale M. Neural Network Toolbox for use with Matlab. Natick: The MathWorks, 1992, 742 p.
25. Lubkov A.S. Dolgosrochnoe prognozirovanie yavlenij El-Nino i La-Ninya s ispolzovaniem modeli na osnove nejronnyh setej (Long-term forecasting of El Niño and La Niña events using a neural network model). Cand. phys. math. thesis: 1.6.18. Institute of natural and technical systems, Sevastopol, 2024, 182 p. Rezhim dostupa <https://meteoinfo.ru/disserboard/zashchita-dissertatsii-lubkovym-a-s>
26. Webb E.J. and Magi B.I. The Ensemble Oceanic Niño Index. *International Journal of Climatology*, 2022, Vol. 42(10), pp. 5321–5341. DOI: 10.1002/joc.7535