ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

DOI:10.26104/NNTIK.2023.90.50.002

Абдрасакова А.Б.

АБАНЫН ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫН ӨЗГӨРҮШҮН БОЛЖОЛДОО ҮЧҮН НЕЙРОНДУК ТАРМАК ЫКМАЛАРЫН КОЛДОНУУ

Абдрасакова А.Б.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

A. Abdrasakova

USE OF NEURAL NETWORK METHODS TO PREDICT CHANGES IN AIR TEMPERATURE

УДК: 004.032.26

Берилген маалыматтар боюнча 1921-2021-жж. Кыргызстандын түштүк аймагындагы абанын температурасынын өзгөрүшү убакыттык катарларды болжолдоо маселесин чечүү үчүн нейрондук тармактарды колдонуу менен изилденген. Климаттык мүнөздөмөлөрдүн динамикасын изилдөө мурда метеорологиялык көрсөткүчтөрдүн (жер кыртышындагы температурасы жана жаан-чачындар) өзгөрүшүн жана келечекте бул параметрлердин күтүлүп жаткан өзгөрүүлөрүн болжолдойт жана узак мөөнөттүү метеорологиялык маалыматтардын негизинде ишке ашырылган. Бул изилдөөдө машинаны үйрөнүүнүн нейрондук тармактарынын методдору колдонулат, методдору изилденет, ошондой эле маалыматтарды алдын ала иштетүүгө негизделген функцияларды пландаштыруу, климаттык параметрлердин күтүлбөгөн жана болжолдуу модели аныкталган. Иш 100 жылдык мөөнөттө узак мөөнөттүү кыска мөөнөттүү эс тутум моделин (LSTM - Long-term Short-term Memory Models) колдонуу менен Ош облусунун аймагындагы абанын орточо айлык температурасынын убакыт катарындагы тенденцияларды көрсөтөт жана машина үйрөнүү платформасында ишке ашырылган ар кандай комбинацияларга үйрөтүлгөн.

Негизги сөздөр: *климаттын өзгөрүшү, абанын температурасы, болжолдоо маселеси, нейрондук тармак, убакыт катары, узак мөөнөттүү кыска мөөнөттүү эс моделдери (LSTM)*

По приведенным данным за 1921-2021 гг. изучено изменение температуры воздуха по южному региону Кыргызстана с помощью применения нейронных сетей для решения задачи прогнозирования временных рядов. Исследование динамики климатических характеристик предполагает изменение метеопараметров (приземная температура и осадки) в прошлом и ожидаемые изменения этих параметров в будущем и проводился на основе использования многолетней метеорологической информации. В этом исследовании используются нейросетевые методы машинного обучения, изучены методы, а также планирование признаков на основе предварительной обработки данных, определяется непредсказуемая и прогностическая модели климатических параметров. В работе продемонстрированы тенденции изменений временных рядов среднемесячного температурного воздуха Ошского региона за 100-летний период с помощью модели долговременной кратковременной памяти (LSTM) и была обучена для различных комбинаций, которые реализованы на платформе машинного обучения.

Ключевые слова: *изменение климата, температура воздуха, задача прогнозирования, нейронная сеть, временной ряд, модели долговременной кратковременной памяти (LSTM)*

According to the given data for 1921-2021 the change in air temperature in the southern region of Kyrgyzstan was studied using neural networks to solve the problem of forecasting time series. The study of the dynamics of climatic characteristics assumes changes in meteorological parameters (surface temperature and precipitation) in the past and expected changes in these parameters in the future, and was carried out on the basis of long-term meteorological information. In this study, neural network methods of machine learning are used, methods are studied, as well as feature planning based on data preprocessing, an unpredictable and predictive model of climate parameters is determined. The work demonstrates the trends in the time series of the average monthly air temperature in the Osh region over a 100-year period using a long-term short-term memory model (LSTM) and was trained for various combinations that were implemented on a machine learning platform.

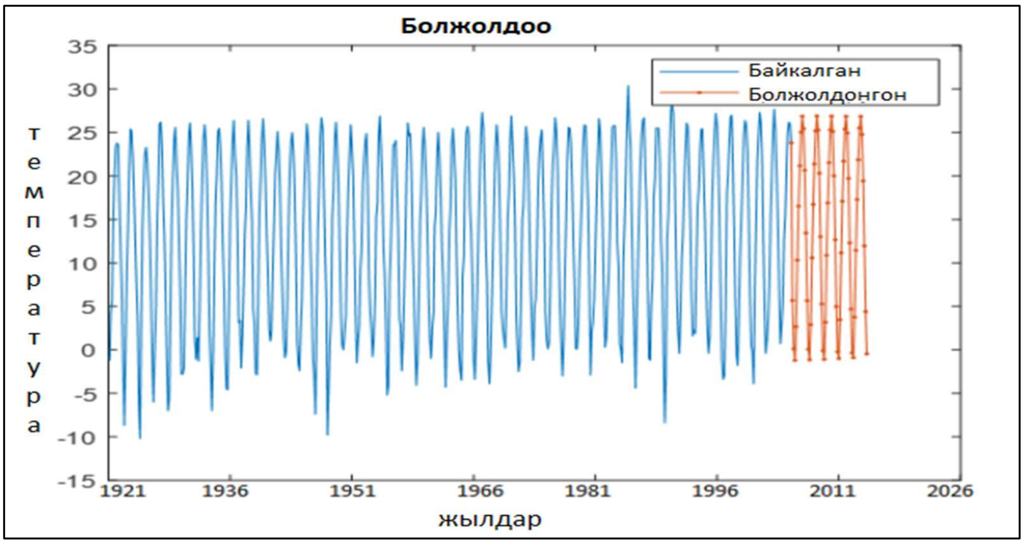
Key words: *climate change, air temperature, forecasting problem, neural network, time series, long-term short-term memory models (LSTM).*

Киришүү. Машиналарды үйрөнүүнүн жардамы менен убакыт катарларын болжолдоо маселеси, ошондой эле кээ бир жалпы каталарды кантип болтурбоо керектиги каралат. Кантип жакшы моделге ээ болуп, аны чечип, өндүрүшкө киргизсе болот, чындыгында моделдин болжолдоочу күчү жок болушу мүмкүн жана моделдин тактыгын кантип баалоо керек, кантип жөн гана жалпы ката көрсөткүчтөрүнө таянуу керек, орточо пайыздык ката, R2 баасы (апроксимациянын ишеним деңгээли) ж.б., эгерде этияттыксыз колдонулса, адаштырылат.

Убакыт катарларын болжолдоо үчүн колдонула турган моделдердин бир нече түрлөрү бар. Мында убакыт катарларын талдоо үчүн мурунку мезгилдердеги маалыматтарга ылайык болжолдоолорду жасаган нейрондук тармактын өзгөчө түрү болгон кыска мөөнөттүү эс тутум тармагы LSTM тармагы колдонулат. Бирок, моделдердин жөнөкөй түрлөрү иш жүзүн-

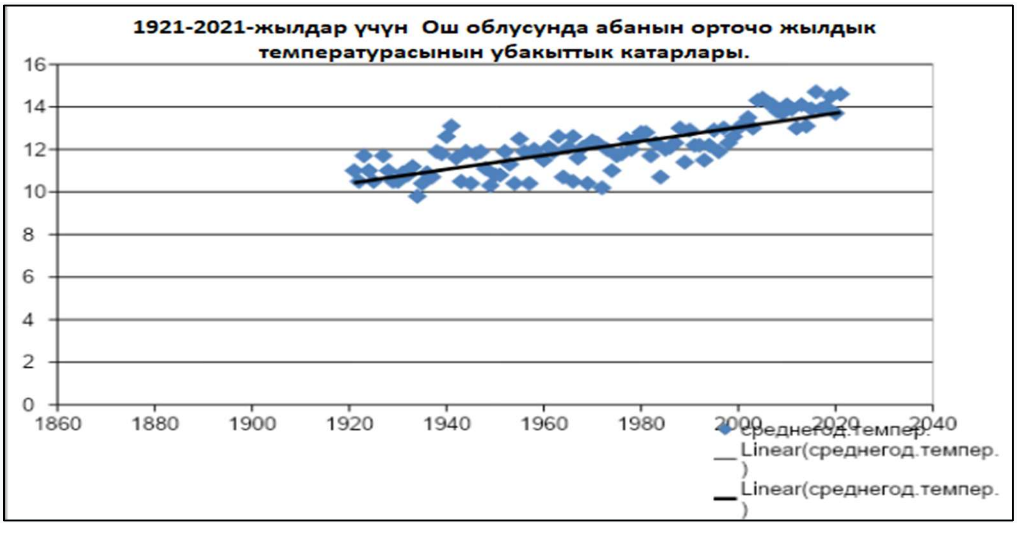
дө көп учурларда бирдей так божомолдорду чыгарат. Random Forest, Gradient Boosting Regressor жана Time Delay Neural Network (TDNN) моделдери сыяктуу моделдерди колдонуу менен убактылуу маалымат киргизүүгө кошулган кечигүүлөрдүн жыйындысы менен камтылышы мүмкүн, мисалы, маалыматтар убакыттын ар кандай чекиттеринде көрсөтүлөт. Өзүнүн ырааттуу мүнөзүнөн улам TDNNs кайталануучу нейрондук тармактын ордуна алдыга багыттоочу нейрондук тармак катары ишке ашырылат [2,3].

Убакыт катарынын маалыматтарын болжолдоо. Маалыматтар 1921-2021-жылдар аралыгында Кыргызстандын Ош облусунун түштүк аймагындагы абанын орточо жылдык температурасы катары берилген. Маалыматтар 2001-жылга чейинки маалыматтар боюнча окуу жана тесттик топтомго бөлүнөт модел үчүн окутуу маалыматтары катары колдонулат, андан кийин биз маалымат топтомунун акыркы бөлүгүндө орточо жылдык температураны болжолдоого аракет кылабыз [1].



1-сүрөт. 1921-2021-жылдар үчүн Ош облусунда абанын орточо жылдык температурасынын (Cº) убакыттык катарлары.

Жогорудагы 1-сүрөттү визуалдык текшерүү менен, моделдин божомолдору реалдуу орточо жылдык температурага дал келгенин көрүүгө болот, бул жакшы тактыкты көрсөтөт. Бирок, бир аз тагыраак айтканда, төмөндө көрсөтүлгөндөй чачыратуу графигине иш жүзүндөгү жана болжолдонгон маанилерди түзүү менен моделдин тактыгына баа берилет, ошондой эле R2 жалпы катасы эсептелинет.



2-сүрөт. Ош облусу боюнча 1921-2021-жылдарга карата тренд сызыгы менен абанын орточо жылдык температурасы.

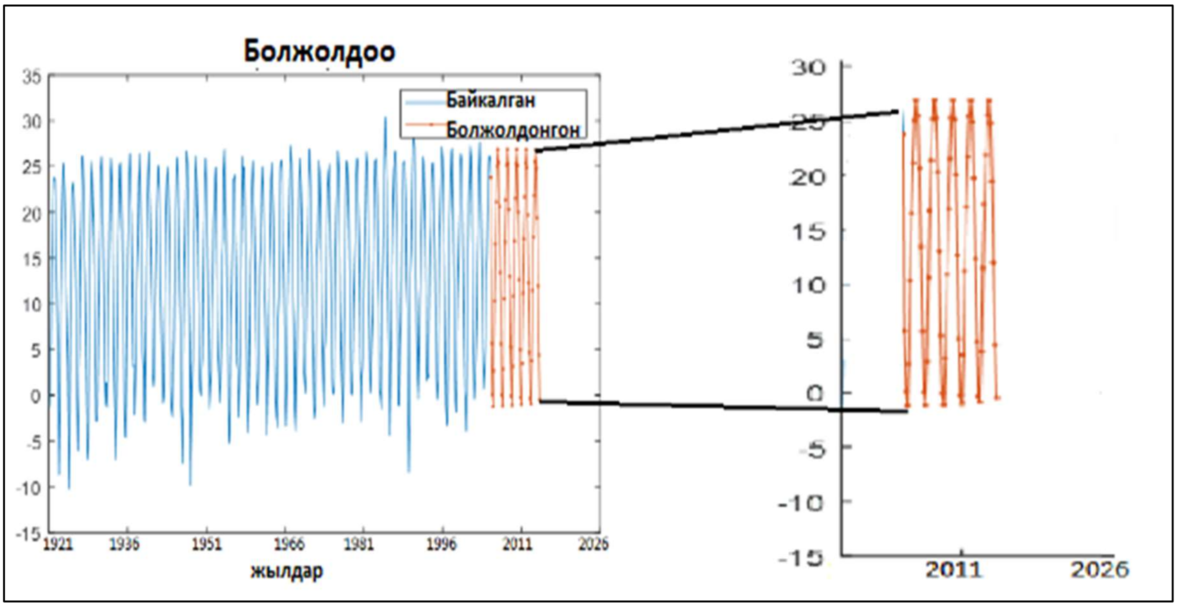
2-сүрөттө көрсөтүлгөндөй моделдин болжолдоолорунан 0,62 R2 баасы берилет, бул чыныгы жана болжолдонгон маанилердин ортосунда жакшы дал келет.

Жогорудагы көрсөткүчтөрдүн жана каталардын эсептелген көрсөткүчтөрүнүн негизинде модель так болжолдоолорду жасайт. Бирок, бул такыр андай эмес жана туура эмес тактыктын бул тандоосу моделдин иштешин баалоодо адаштырышы мүмкүн. Мисалы, маалыматтар чындыгында алдын ала айтууга мүмкүн болбогон маалыматтарды көрсөтүү үчүн ачык тандалган. Тактап айтканда, маалыматтар, «жылдык орточо температура», иш жүзүндө кокус жүрүү жараяны менен моделдешти.

Убакыттын кечигүү божомолдору жана автокорреляция.

Бул мисалда буга чейинки маалыматтардын негизинде болжолдоолорду жасаган LSTM тармагы колдонулат. Бирок, төмөндөгү 3-сүрөттө көрсө-түлгөндөй, моделдин болжолдоолорун бир аз кичирейтүү менен, модель чындыгында эмне кылып жатканын көрсө болот.

Убакыт каратарларынын маалыматтары убакыттын өтүшү менен корреляцияга ээ жана олуттуу автокорреляцияны көрсөтөт [4,5].



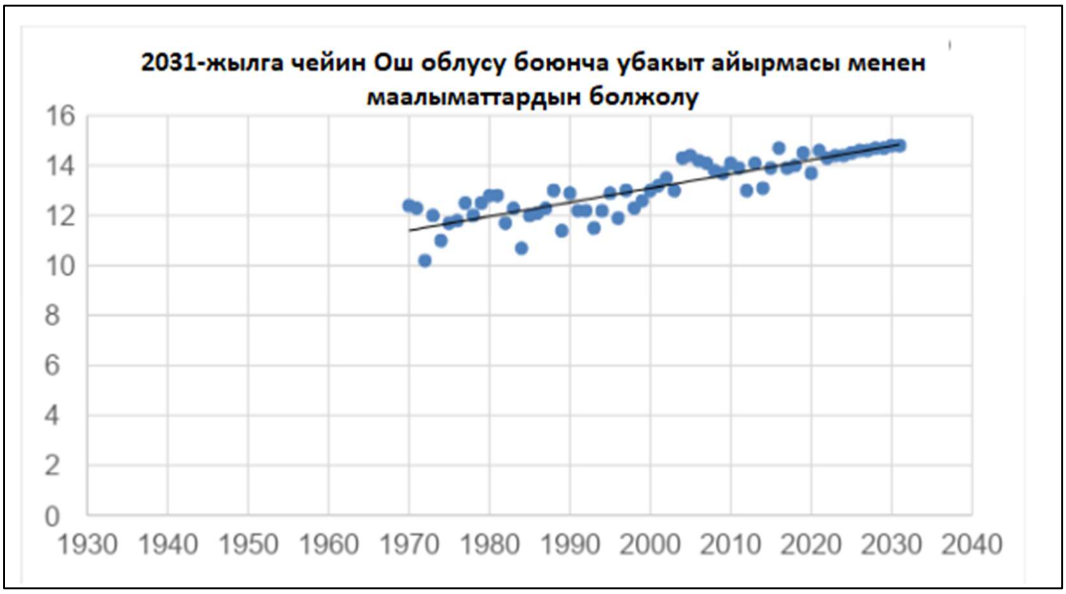
3-сүрөт. 1921-2021-жылдарга Ош облусунун болжолдун масштабын чоңойтуу менен абанын орточо жылдык температурасынын модели.

Бул учурда «t+1» убакытындагы орточо жылдык температура «t» убакытындагы температурага жакын болушу мүмкүн дегенди билдирет. Жогорудагы оң жактагы 3-сүрөттө көрүнүп тургандай, модель иш жүзүндө эмне кылат, ал «t + 1» убакытындагы маанини болжолдогондо, ал жөн гана «t» убакытындагы маанини болжолдоо катары колдонот (көбүнчө туруктуулук деп аталат) [6].

Моделди анын мааниси түздөн-түз болжолдоо жөндөмдүүлүгү боюнча баалоодо, жылдык орточо температура (пайыз) катасы жана R2 баасы сыяктуу жалпы ката көрсөткүчтөрү алдын ала айтуунун жогорку тактыгын көрсөтөт. Бул жалпы каталардын көрсөткүчтөрүн түздөн-түз эсептөө менен моделдердин болжолдоочу күчү экендигин баса белгилейт.

Убакыт айырмасынын маалыматтары үчүн болжолдоо модели. Маалыматтардын өзүнө эмес, убакыт боюнча өзгөрүп туруучу маалыматтарды алдын ала айтуу мүмкүнчүлүгү моделдин алдын ала айтуу жөндөмдүүлүгүнүн алда канча күчтүү көрсөткүчү болуп саналат. Бул тесттин натыйжалары төмөндөгү 4-сүрөттө көрсөтүлгөн, анда чыныгы жана болжолдонгон маанилердин чачыранды графиги көрсөтүлгөн [1,7].

4-сүрөттө моделдин буга чейинки маалыматтардын негизинде келечектеги өзгөрүүлөрдү алдын ала айтууга жөндөмдүү экендигин көрсөтөт, бул учурда күтүлгөн натыйжа, маалыматтар толугу менен стохастикалык кокус жүрүү процессинин жардамы менен түзүлгөн.



4-сүрөт. 2031-жылга чейин Ош облусу боюнча убакыт айырмасы менен маалыматтардын болжолу.

Корутунду. Кыргыз Республикасынын Ош облусунда климаттын өзгөрүшүн изилдөө 1921-2021-жылдар аралыгындагы абанын орточо айлык температурасын көрсөттү, кыйла көбөйүшү, мунун баары менен тренд сызыктуу эмес жана акыркы он жылдыктарда да олуттуу өстү.

Берилген маалыматтарды талдоо жана LSTM нейрондук тармакты болжолдоо моделин колдонуу менен алынган натыйжалар абдан чоң жалпылоо жөндөмүнө ээ, бул бизге убакыт катарларынын маанилерин көбүрөөк тактык менен болжолдоого мүмкүндүк берет.

Адабияттар:

1. Абдрасакова А.Б., Сулайманова С.М. Анализ климатических данных с помощью нейронных сетей [Текст] / Абдрасакова А.Б., Сулайманова С.М. // Вестник КГУСТА, 2022. - №3(77). - С. 140-146.
2. Deepti Arela, Shilpa Agrawal. Demand forecasting by using generalized regression neural network. - Open access international journal of science and engineering (OAIJSE). - Volume 03, Issue 02, Year: 2018. - PP. 39-45.
3. Емалетдинова Л.Ю., Мухаметзянов З.И., Катасёва Д.В., Кабирова А.Н. Метод построения прогнозной нейросетевой модели временного ряда. - Компьютерные исследования и моделирование. - 2020. - Т. 12. - №4. - С. 737-756.
4. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2021.
5. Vojislav Kecman Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models (Complex Adaptive Systems) / Vojislav Kecman. - Москва: Машиностроение, 2022 - С. 333-358.
6. Глубокое обучение в Matlab-Matlab & Simulink (mathworks.com)
7. http://www.pogodaiklimat.ru/history/38353.htm.
8. Абдрасакова А.Б. Компьютерное моделирование температуры воздуха с использованием обобщенных регрессионных нейронных сетей. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2023. - №. 2. - С. 21-26.