

Моделювання впливу зміни клімату на врожайність за допомогою Python Simulations

Михайло Бережний,

здобувач вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Анотація. *зміна клімату суттєво впливає на сільське господарство, спричиняючи екстремальні погодні явища, зміни в кількості опадів та температурному режимі. Це створює виклики для врожайності, зрошення та вибору відповідних сортів культур. Комп'ютерне моделювання, зокрема з використанням Python та бібліотек машинного навчання, допомагає аналізувати кліматичні дані та прогнозувати вплив змін на аграрний сектор. Використання штучного інтелекту та нейронних мереж дозволяє агрономам адаптувати стратегії вирощування культур, знижуючи ризики продовольчих криз. Подальший розвиток включає інтеграцію моделювання з геопросторовим аналізом та датчиками моніторингу ґрунту.*

Ключові слова: *зміна клімату, комп'ютерне моделювання, машинне навчання, Python, аналіз даних.*

Зміна клімату є однією з найактуальніших проблем сучасності, що суттєво впливає на сільськогосподарський сектор. Це явище охоплює не лише глобальне потепління, але й зміни в кількості опадів, зростання частоти екстремальних погодних умов, таких як посухи та повені, а також зміни в сезонних циклах. Всі ці фактори мають значний вплив на врожайність сільськогосподарських культур, що може призвести до скорочення продовольчих ресурсів.

Глобальне потепління веде до підвищення середньої температури на планеті, що може негативно вплинути на традиційні методи вирощування культур. Наприклад, деякі рослини, такі як пшениця та кукурудза, вимагають певного температурного режиму для оптимального росту. Якщо температура перевищує цей режим, це може призвести до зниження врожайності. Крім того, зміни в кількості опадів можуть викликати проблеми з поливом: або надмірна волога, що призводить до затоплення, або недостатня волога, що викликає посуху.

Традиційні методи прогнозування врожайності все частіше доповнюються або навіть витісняються комп'ютерним моделюванням. Це дозволяє агрономам та дослідникам аналізувати широкий спектр кліматичних факторів, що можуть впливати на врожайність. Одним із ключових інструментів для моделювання є Python, який надає потужні бібліотеки, такі як NumPy, Pandas і Matplotlib, для обробки та візуалізації даних.

На етапі збору даних використовуються різноманітні джерела, такі як історичні дані про врожайність, середню температуру, опади та вологість ґрунту. Джерела інформації можуть включати метеостанції, супутникові знімки, а також звіти з полів, що дозволяє отримати комплексну картину зміни клімату.

На етапі попередньої обробки даних проводиться очищення даних. Включає видалення пропущених значень, нормалізацію та агрегацію даних, а також виявлення і корекцію викидів. Ці процеси є критично важливими для забезпечення точності моделювання.

Використовуючи такі бібліотеки, як SciPy і Scikit-learn, можна проводити глибокий аналіз даних, застосовуючи методи машинного навчання для побудови моделей, які здатні прогнозувати вплив різних кліматичних сценаріїв на майбутні врожаї.

У реальному житті, агрономи можуть використовувати ці моделі для прийняття рішень про оптимальні терміни посіву культур, вибір сортів, які найкраще підходять для нових кліматичних умов, а також для планування заходів по зрошенню та захисту рослин. Наприклад, якщо модель передбачає підвищення температури в певному регіоні, агроном може вирішити висіяти більш стійкі до спеки сорти рослин або змінити графік поливу.

Таким чином, комп'ютерне моделювання відіграє вирішальну роль у сучасному сільському господарстві, забезпечуючи можливість адаптації до змінних кліматичних умов і підтримуючи продовольчу безпеку в умовах глобальних викликів.

Наведений код представляє базову лінійну регресійну модель для оцінки впливу температури та опадів на врожайність.

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.linear_model import LinearRegression

# Генерація випадкових даних для симуляції
np.random.seed(42)
temperature = np.random.normal(15, 5, 100) # середня температура
rainfall = np.random.normal(100, 20, 100) # рівень опадів

yield_data = 2 * temperature + 0.5 * rainfall + np.random.normal(0, 5, 100) # врожайн-

# Створення DataFrame
data = pd.DataFrame({'Temperature': temperature, 'Rainfall': rainfall, 'Yield': yield_

# Побудова моделі
X = data[['Temperature', 'Rainfall']]
y = data['Yield']
model = LinearRegression()
model.fit(X, y)

# Візуалізація залежності врожайності від температури
plt.scatter(data['Temperature'], data['Yield'], alpha=0.5)
plt.xlabel('Temperature (°C)')
plt.ylabel('Yield')
plt.title('Залежність врожайності від температури')
plt.show()
```

Подальші вдосконалення можуть включати використання нейронних мереж або більш складних алгоритмів машинного навчання.

Моделювання можна використовувати для аналізу впливу різних сценаріїв зміни клімату на майбутню врожайність. Наприклад, підвищення середньої температури на 1-2°C може збільшити врожайність сільськогосподарських

культур на певних територіях, в той час як на інших вона може знизитися через нестачу вологи. Крім того, збільшення концентрації CO₂ в атмосфері може позитивно вплинути на фотосинтез деяких рослин, але також може призвести до посилення посухи та зменшення запасів води в ґрунті. Такі моделі дозволяють фермерам та агрономам приймати обґрунтовані рішення щодо адаптації сільськогосподарства до нових кліматичних умов. Наприклад, вони можуть визначити оптимальний час посіву, вибрати посухостійкі сорти культур і спрогнозувати потребу в додатковому зрошенні. Використання симуляцій також може допомогти державним установам розробити політику підтримки аграрного сектору та зменшити ризик виникнення продовольчих криз.

Моделювання на Python є потужним інструментом для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату. Великі обсяги даних можна швидко аналізувати, виявляти тенденції та адаптувати сільськогосподарські стратегії до нових реалій. Подальші дослідження можуть включати використання глибокого навчання та геопросторового аналізу для подальшої оцінки наслідків зміни клімату. Крім того, інтеграція моделювання з сучасними датчиками моніторингу ґрунту та прогнозуванням погоди може підвищити точність прогнозування та прийняття рішень у сільському господарстві.

Список використаних джерел:

1. Lobell D. B., Gourdji S. M. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. *Plant Physiology*. 2012. Vol. 160, no. 4. P. 1686–1697. URL: <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298>.
2. Climate variation explains a third of global crop yield variability / D. K. Ray et al. *Nature Communications*. 2015. Vol. 6, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/ncomms6989>.

Abstract. *Climate change is having a significant impact on agriculture, causing extreme weather events, changes in precipitation and temperature. This creates challenges for yields, irrigation and the selection of appropriate crop varieties. Computer modelling, including using Python and machine learning libraries, helps to analyse climate data and predict the impact of changes on the agricultural sector. The use of artificial intelligence and neural networks allows agronomists to adapt crop cultivation strategies, reducing the risk of food crises. Further development includes the integration of modelling with geospatial analysis and soil monitoring sensors.*

Keywords: *climate change, computer modelling, machine learning, Python, data analysis.*

Науковий керівник:

Пархоменко О. Ю.,

*к. ф.-м. н., доцент кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Миколаївський національний аграрний університет*