

УДК 004.8

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ MOODLE МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

В.В. Стаценко, доктор технічних наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну

В.І. Пилипенко, аспірант
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: прогнозування, ефективність моделі, Machine Learning, Python, Scikit-learn.

Визначення ефективності моделі прогнозування є критично важливим етапом в процесі впровадження та використання методів машинного навчання. Ефективність моделі визначає, наскільки точно та надійно вона може передбачати цільові значення на нових даних. Оцінка ефективності допомагає визначити, наскільки добре модель може вирішувати конкретну задачу та чи можна її вдосконалити для досягнення кращих результатів. Розроблена на мові програмування Python за допомогою бібліотеки Scikit-learn [1] модель прогнозування активності користувачів платформи Moodle [2] має точність 83%. Для оцінки її ефективності було визначено наступні ключові показники [3]: чутливість (**Sensitivity**), специфічність (**Specificity**), збалансована точність (**Balanced Accuracy**). А також побудовано ROC-криву для відображення здатності класифікатора правильно розпізнавати позитивні класи і відхиляти негативні класи при зміні порогового значення та визначено AUC (**Area Under Curve**). Визначення чутливості записано у вигляді формули:

$$\text{Sensitivity} = TP / (TP + FN) \quad (1)$$

де TP (**true positives**) – кількість правильно передбачених позитивних класів; FN (**false negatives**) – кількість неправильно передбачених негативних класів. Після проведення підрахунків показник **Sensitivity** становить 0.843, тобто 84%. Визначення специфічності записано у вигляді формули: **Specificity** = $TN / (TN + FP)$ (2)

де TN (**true negatives**) – кількість правильно передбачених негативних класів; FP (**false positives**) – кількість неправильно передбачених позитивних класів.

Після проведення підрахунків показник **Specificity** становить 0.728, тобто 73%. Визначення збалансованої точності записано у вигляді формули: **Balanced Accuracy** = $(\text{Sensitivity} + \text{Specificity}) / 2$ (3)

Після проведення підрахунків показник **Balanced Accuracy** становить 0.821. Результат показує загальну ефективність моделі 82% у виявленні як позитивних, так і негативних випадків, при урахуванні дисбалансу класів у наборі даних. Щоб наглядно оцінити здатність моделі до правильної класифікації, враховуючи різні значення порогового значення було побудовано ROC-криву (**Receiver Operating Characteristic**) [4]. Вона дозволяє враховувати компроміс між чутливістю та специфічністю класифікатора та зробити розгляд результатів моделі класифікації більш

об'єктивним. Чим більше вигнута вгору і вліво ділянка під ROC-кривою, тим ефективність моделі краща.

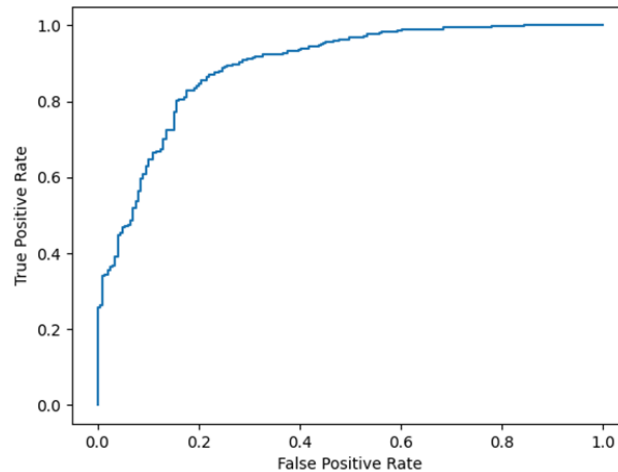


Рисунок 1- Графік ROC-кривої

Для оцінки загальної ефективності моделі незалежно від вибору порогового значення було використано AUC (Area Under Curve) [5]. Вона обчислюється як площа під ROC-кривою, і вона може приймати значення в діапазоні від 0 до 1. Чим більше значення AUC, тим краща якість моделі класифікації. Вираз для визначення AUC можна записати у вигляді наступної формули:

$$AUC = \sum_{n=1}^{\infty} (TPR(i+1) - TPR(i)) * (FPR(i) + FPR(i+1)) / 2 \quad (4)$$

де $TPR(i)$ - чутливість (True Positive Rate) для i -го порогового значення; $FPR(i)$ - специфічність ($1 - \text{False Positive Rate}$) для i -го порогового значення.

Після проведення підрахунків показник AUC становить 0,873. Отримане значення 87% свідчить про високу якість моделі класифікації та гарну дискримінаційну силу моделі. Оцінка ефективності показала, що розроблена модель може якісно вирішувати задачу з прогнозування. Але її можна вдосконалити, за рахунок збільшення обсягу та різноманітності тренувальних даних, для досягнення кращих результатів.

Список використаних джерел

1. Scikit-learn [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://scikit-learn.org/stable/getting_started.html
2. Прогнозування активності користувачів платформи moodle на базі методів машинного навчання / В. І. Пилипенко, В. В. Стаценко. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2023. – №4. – С. 257–261.
3. De Diego I. M. General Performance Score for classification problems [Електронний ресурс] / I. M. De Diego, A. R. Redondo, R. R. Fernández. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1007/s10489-021-03041-7>
4. Receiver Operating Characteristic (ROC-curve) [Електронний ресурс]. – 2022.– Режим доступу до ресурсу: https://scikit-learn.org/1.0/auto_examples/model_selection/plot_roc.html
How to Calculate AUC [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.statology.org/auc-in-python/>