

**РОЗРОБКА ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «ТЕОРІЯ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ
MACHINE LEARNING»****О. О. Петрова, К. М. Бобрієхова**Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61000, Україна.

E-mail: Elena.Petrova@kname.edu.ua; Kamila.Bobriekhova@kname.edu.ua

Вивчено предметну область та структуровано отримані знання в області машинного навчання; визначено переваги машинного навчання в епоху цифрової трансформації. Надано описовий аналіз основних алгоритмічних елементів мови та базових пакетів R системи. Представлено розробку дистанційного курсу по використанню технології програмування та принципів роботи R системи, моделі даних, алгоритми R, які використовуються для розробки комп'ютеризованих систем на основі даних без програмування їх поведінки. Показано, що в освіті для пояснення особливостей роботи з програмними продуктами доцільно використовувати системи дистанційного навчання, доведено, що використання методів та алгоритмів машинного навчання дозволять магістрам впроваджувати сучасні досягнення штучного інтелекту. Розроблений дистанційний курс допоможе магістрам опанувати нові інструменти для аналізу великих даних, проектувати сховища великих даних для видобутку даних і знань, візуалізувати великі дані, виконувати побудову і оцінювання прогностичних моделей, що генеруються на основі великих даних. Ознайомлення магістрів з розробленим дистанційним курсом «Теорія систем в задачах Machine Learning» допоможе їм зрозуміти засади машинного навчання, вивчити методи проведення статистичного аналізу даних за допомогою сучасного програмного засобу та використовувати отримані знання для рішення задач в галузі штучного інтелекту.

Ключові слова: машинне навчання, ключові алгоритми Machine Learning, система R, дистанційний курс.**РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА «ТЕОРИЯ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ
MACHINE LEARNING»****Е. А. Петрова, К. М. Бобриехова**Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова
ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харьков, 61000, Украина.

E-mail: Elena.Petrova@kname.edu.ua; Kamila.Bobriekhova@kname.edu.ua

Изучено предметную область и структурировано полученные знания в области машинного обучения; определены преимущества машинного обучения в эпоху цифровой трансформации. Приведено описательный анализ основных алгоритмических элементов языка и базовых пакетов R системы. Представлены разработка дистанционного курса по использованию технологии программирования и принципов работы R системы, модели данных, алгоритмы R, используемые для разработки компьютеризированных систем на основе данных без программирования их поведения. Показано, что в образовании для объяснения особенностей работы с программными продуктами целесообразно использовать системы дистанционного обучения, доказано, что использование методов и алгоритмов машинного обучения позволят магистрам внедрять современные достижения искусственного интеллекта. Разработанный дистанционный курс поможет магистрам освоить новые инструменты для анализа больших данных, проектировать хранилища больших данных для извлечения данных и знаний, визуализировать большие данные, выполнять построение и оценивание прогностических моделей, которые генерируются на основе больших данных. Ознакомление магистров с разработанным дистанционным курсом «Теория систем в задачах Machine Learning» поможет им понять принципы машинного обучения, изучить методы проведения статистического анализа данных с помощью современного программного средства и использовать полученные знания для решения задач в области искусственного интеллекта.

Ключевые слова: машинное обучение, ключевые алгоритмы Machine Learning, система R, дистанционный курс.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Взаємодію людини та комп'ютера на новому рівні спілкування та побудову інформаційного суспільства, мета якого полягає в створенні умов для задоволення інформаційних потреб громадян, забезпечують кібернетизація та інтернетизація промислових і побутових технологій. Цифрову трансформацію (digital transformation, цифровізація) можна уявити як зміни, які спричинені трьома взаємопов'язаними силами: нові технології, нові бізнес-моделі, нові звички [1].

Результати процесу діджиталізації найбільш чітко проявляються в галузях торгівлі, засобів масової інформації, розваг і туризму. У промисловості ру-

шійною силою прогресу є галузь інформаційно-комунікаційних технологій.

Цифровізація передбачає використання сучасних технологій і в освітній сфері. Цифрова трансформація закладу вищої освіти – це загальні зміни в університеті, які спрямовані на адаптацію до нового статусу кво цифрової епохи. Цифрова трансформація освіти зачіпає не тільки зміст освіти, але й його організацію. У нашому столітті вміння працювати з цифровими інструментами знадобиться кожному студенту, випускнику та співробітнику.

На сьогодні цифрові технології розглядаються в якості одного із ключових драйверів сталого розви-

тку країни. Технічний прогрес змінює способи спілкування, навчання, роботи та всього життя людини. Випускники Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова (ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) з новими навичками, які вони утримують впродовж всього терміну навчання в університеті, допоможуть компаніям-роботодавцям впровадити нові цифрові інструменти та рішення, адже випускники мають нестандартний набір цифрових компетенцій.

З використанням цифровізації навчальний процес систематизується та структурується і сприяє виходу навчального процесу за межі стін університету. Як зазначає професор Г.Л. Тульчинський головною функцією навчання, освіти стає «навчити вчитися», бути готовим до змін, до роботи з більш складними проектами, запозичення передових, в тому числі – зарубіжних практик, розширення кругозору, відстеження тенденцій в інших галузях і професіях [2].

В ХНУМГ ім. О. М. Бекетова в рамках технології цифрової трансформації створюється високоорганізоване інформаційне середовище. Для підвищення якості навчання в університеті впроваджено змішану систему навчання, велику роль в якій відводиться дистанційному навчанню на базі платформи Moodle [3].

Система управління навчанням Moodle є найбільш розповсюдженою в Україні веб-платформою дистанційного навчання, яка використовується у змішаному навчанні.

Коваль Т. в роботі [4] здійснила аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду використання системи управління навчанням Moodle у зарубіжних та вітчизняних навчальних закладах. Проблеми використання інформаційно-комунікаційні технології і електронних освітніх ресурсів у вищій школі, як зазначено в роботі [4], досліджувалась у працях В. Ю. Бикова, А. М. Гуржія та інших викладачів та науковців. Необхідно відмітити, що розробці дистанційних курсів в педагогічній освіті приділяється багато зусиль, уваги.

В роботі [5] обґрунтовуються особливості впровадження елементів дистанційного навчання у процес соціально-гуманітарної підготовки магістрів природничих спеціальностей. Досвід використання Moodle у системі дистанційного навчання з дисциплін технічного напрямку наведено в роботі [6].

Робота [7] містить огляд методів машинного навчання і сфер їх застосування, зокрема наводиться огляд існуючих рішень, що використовують технології машинного навчання в метеорології.

Носенко Ю. Г. відмічає, що адаптивні навчальні технології базуються на технологіях машинного навчання Machine-Learning-Based Adaptive Systems і представляють собою програмне забезпечення чи сервіси, які адаптуються до потреб окремих студентів у ході навчання [8].

Метою роботи є розробка в системі Moodle дистанційного курсу «Теорія систем в задачах Machine Learning», який ознайомить магістрів зі статистич-

ним аналізом даних в системі R, з технологією програмування, моделями даних, алгоритмами R та допоможе їм оволодіти принципами роботи R системи для реалізації методів та алгоритмів машинного навчання [9].

Розроблений авторами дистанційний курс по машинному навчанню, який призначено для роботи в R системі – програмному середовищі обчислень та мови програмування для статистичної обробки даних та роботи з графікою, надасть магістрам найсучасніший засіб забезпечення адаптованості з використанням алгоритмів навчання для створення інших алгоритмів, які створюють адаптивні послідовності та предиктивну аналітику, що може безперервно збирати дані та застосовувати їх для послідовного навчання студентів [10].

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Moodle відноситься до автоматизованих інформаційних систем класу LMS (Learning Management System) – систем управління навчанням. Світова тенденція освіти передбачає індивідуалізацію та автономізацію освіти. На думку професора Г. Л. Тульчинського [2] в умовах цифровізації задачею викладача є відстеження електронних ресурсів і баз даних з розробленими викладачем навчальних матеріалів та сучасних досягнень світової науки та педагогіки.

Авторами дистанційного курсу розроблені лекції і практичні заняття з урахуванням сучасних теоретичних концепцій та розробок в галузі машинного навчання. Machine Learning (машинне навчання) – це галузь штучного інтелекту (ШІ), що вивчає методи побудови алгоритмів, здатних навчатися. Іншим визначенням ML є наступне формулювання: «Машинне навчання – це розділ ШІ, який досліджує методи, що дозволяють комп'ютерам покращувати свої характеристики на основі отриманого досвіду» [11].

Типовими завданнями машинного навчання є концептуальне навчання, функціональне навчання або «прогнозне моделювання», кластеризація та пошук прогнозних моделей [12]. Машинне навчання базується на методах класифікації, кластеризації, факторного аналізу, методах зменшення розмірності даних, прийняття рішень, нейромережах, що дозволяє визначити адекватність моделі та обрати найефективнішу модель.

Machine Learning має на меті створення алгоритмів самонавчання на основі аналізу емпіричних даних. Машинне навчання сьогодні використовується: для веб-пошуку; для отримання знань про переваги користувача та надання рекомендацій, що ґрунтуються на цій інформації; для фільтрації контенту та сегментації потенційних клієнтів; для аналізу текстів та мови; в системах машинного зору тощо [13].

У машинному навчанні, як правило, використовується R або Python.

Статистична мова та середовище для статистичних обчислень R дозволяє вирішувати задачі з використанням раніше названих методів, зокрема,

задачу виділення кластерів – груп схожих між собою об'єктів без використання будь-яких змістовних припущень про природу досліджуваної реальності і виявлення закономірностей, що стоять за отриманими результатами [14]. Для вирішення контрольованих проблем машинного навчання R пропонує пакети для класифікації та регресійного навчання.

За допомогою програмного середовища R можна реалізувати ключові алгоритми машинного навчання [10].

Автори для розробки дистанційного курсу обрали популярну систему R, з доступністю та безкоштовністю якої в останні роки пов'язаний прогрес в машинному навчанні. Система R є сучасною і такою, що постійно розвивається, статистичної платформою загального призначення, яка дозволяє комбінувати різні типи аналізу, мати доступ до проміжних результатів, управляти стилем відображення даних, додавати власні розширення програмних модулів і оформляти підсумкові звіти в необхідному вигляді. Значна частина європейських та американських університетів в останній час активно переходять до використання R в навчальній та науково-дослідницькій діяльності.

Система статистичного аналізу та візуалізації даних R складається з наступних основних частин:

- мови програмування високого рівня R, що дозволяє одним рядком реалізувати різні операції з об'єктами, векторами, матрицями, списками тощо;
- великого набору функцій обробки даних, зібраних в окремі пакети, та розвинену систему наукової графіки;
- розвиненої системи підтримки, що включає оновлення компонентів середовища, інтерактивну допомогу і різні освітні ресурси, призначені як для початкового вивчення R, так і для наступних консультацій з ускладнень, які виникають [10].

Для реалізації дистанційного курсу в системі електронного навчального середовища Moodle автори виконали такі дії:

- підготували навчальні матеріали курсу в електронному вигляді;
- створили пароль та логін доступу;
- створили порожній курс, структура якого відповідає вимогам до електронного навчального курсу, визначеного відповідними положеннями;
- виконали наповнення електронного курсу інформаційними й навчальними матеріалами відповідно до його структури та змісту;
- створили групу студентів, які повинні бути зареєстровані на вказаному курсі.

При роботі над курсом автори розробили інструктивно-методичні матеріали та визначилися з темами та датами проведення практичних занять.

В ході створення курсу «Теорія систем в задачах Machine Learning» була проведена робота з каталогами, ресурсами, елементами курсу та редагування курсу.

Ресурси курсу – це теоретичні матеріали для вивчення, які викладач розміщує в розділах курсу. Цей контент може бути представлений у вигляді файлів, які завантажуються в базу даних Moodle або у вигляді посилань на зовнішні сайти. Так як система Moodle дозволяє використовувати в якості ресурсів курсу найрізноманітніші формати електронних документів, то авторами для роботи з лекціями та практичними заняттями обрано формат pdf – файлу.

Для структурування навчальної інформації авторами створено 3 каталоги:

- каталог Лекції, в якому розташовано 9 розроблених лекцій курсу. Лекції структуровано таким чином, що вони висвітлюють основні питання математичної статистики;
- каталог *Prakticheskie_zadanija* для розташування 17 практичних занять, які необхідно виконати для ознайомлення зі стилем програмування в R при виконанні регресійного та дослідницького факторного аналізу, однофакторного та двофакторного дисперсійного аналізу;
- каталог *LearningMachine*, в якому розташована додаткова інформація, така як програма курсу.

Для оцінювання роботи знань магістрів з елементами курсу було додано 17 активних елементів «Завдання», за допомогою яких магістр завантажуватиме виконані завдання. До кожного завдання виставлений максимальний бал, який магістр може отримати. На основі отриманих магістром балів впродовж вивчення курсу проставляється підсумкова оцінка за засвоєння навчального курсу, але не більше 100 балів.

Самостійна робота студента організована додаванням в курс окремих активних елементів, які в очній освіті можна назвати внелекційною активністю студентів, а в Moodle вона привнесла відбиток мережевої комунікативності:

- форми спілкування у вигляді форумів, чатів, обміну повідомленнями;
- електронні уроки, семінари, завдання;
- спільна проектна діяльність зі складання глосарію;
- форми перевірки знань: завдання, опитування.

У журналі оцінок курсу зібрані оцінки всіх студентів за всі елементи курсу, які оцінюються, і ці оцінки доступні викладачеві курсу та студентам для перегляду.

Після додавання всіх елементів курс має вигляд, наведений на рис. 1.

The screenshot shows a web browser window displaying a course page. The browser's address bar shows the URL: `cdo.kname.edu.ua/course/view.php?id=2550&sesskey=jX9ILStxTV&switchrole=5`. The page header includes the logo of the National Technical University of Ukraine 'Kyiv Polytechnic Institute' (KTU) and the text 'ЦДО ХНУГХ'. The user is logged in as 'Петрова Олена Олександрівна'.

The main content area is titled 'Теорія систем в задачах Machine Learning'. Below the title, there is a description of the course and a list of resources, including a forum, course materials, and a program.

The course is divided into three main modules:

- Змістовний модуль №1, Machine learning як основний напрям теорії та практичного застосування штучного інтелекту**
 - Тема №1. Загальні відомості про R систему. Найпростіші операції і функції в R системі. Історія штучного інтелекту та сучасні можливості машинного навчання. Machine Learning та Data Mining. Сфери застосування та апарат Machine Learning
 - Тема №2. Типи даних в R. Сучасні засоби і методи проведення статистичного аналізу даних. Інструменти статистичного навчання. Побудова статистичної моделі для передбачення або оцінювання
- Змістовний модуль №2. Статистичний аналіз даних в системі R. Введення в статистичну систему аналізу R. Основи програмування в R**
 - Тема №3. Випадкові величини. Принципи взаємодії в R. Установка та запуск системи R. Інтерфейс системи R. Робота з файловою системою R. Зберігання даних та вихід з R. Дані в R: числа, змінні, вектори, списки. Генерація даних. Регулярні послідовності. Випадкові послідовності. Об'єкти та їх вбудовані атрибути: тип даних та довжина. Основні принципи перетворення даних. Матриці, списки, таблиці даних. Керування об'єктами
 - ЛЕКЦІЯ 3. Випадкові величини
 - Тема №4. Робота з розподілами. Дискретні ймовірнісні розподіли. Функції для виконання статистичного аналізу та графічного відображення результатів, команди R. Об'єкти та виклик функцій. Принципи алгоритмізації, структура програми, керуєчі конструкції мови R, правила оформлення програмного коду. Одномірні дані. Оцінювання загальної тенденції: центральна тенденція (середнє та медіана) та розмах (стандартне відхилення та квартилі). Одномірні статистичні тести. Створення власних функцій
 - ЛЕКЦІЯ 4. Робота з розподілами. Дискретні ймовірнісні розподіли
 - Тема №5. Робота з розподілами. Аналіз зв'язків: двовимірні дані. Статистичні гіпотези. Статистичні помилки. Тестування двох вибірок. Аналіз таблиць. Аналіз кореляцій. Регресійний аналіз. Логістична регресія. Аналіз тимчасових рядів. Тренд та період коливання. Побудова тимчасового ряду. Прогнозування
 - ЛЕКЦІЯ 5. Робота з розподілами
 - Тема №6. Статистичні гіпотези. Статистичні критерії перевірки нульової гіпотези. Одномірні статистичні тести. Генування реалізації випадкової виборки. Основні вибіркової характеристики. Інтервальні оцінки параметрів розподілення. Розподілення ймовірностей. Пірсона - критерій згоди. Критерій згоди Колмогорова. Критерій однорідності Смирнова. Одновибіркової t-критерій значимості различий. Двохвибіркової t-критерій значимості различий. Фішера F-критерій значимості различий. Функції R на кожне розподілення. Однофакторний дисперсійний аналіз. Модель парної лінійної регресії. Модель множинної лінійної регресії в R
 - ЛЕКЦІЯ 6. Статистичні гіпотези. Статистичні критерії перевірки нульової гіпотези. Одномірні статистичні тести
- Змістовний модуль №3. Етапи розв'язання задач аналізу даних CRISP-DM (CRossIndustry Standard Process for Data Mining). Аналіз структури даних: Data Mining. Аналіз великих та свєрхвеликих масивів даних. Багатовимірний аналіз. Багатовимірний статистика. Пакет RGL**
 - Тема №7. Методи візуалізації. Побудова багатовимірних даних: діаграма розсіювання.
 - ЛЕКЦІЯ 7. Двовимірні дані. Статистичні тести і гіпотези
 - Тема №8. Аналіз головних компонент – метод зменшення розмірності даних. Сутність методу головних компонент. Використання функцій R.
 - ЛЕКЦІЯ 8. Регресійний аналіз, логістична регресія, однофакторний дисперсійний аналіз
 - Тема №9. Програмування в R. Класифікація без навчання, кластерний аналіз – спосіб зменшення розмірності даних на основі раніш обчислених значень подібності між всіма парами об'єктів. Пакет Cluster
 - ЛЕКЦІЯ 9. Програмування в R
 - ПЗ 12. Підбір закону і параметрів розподілу в R
 - ПЗ 12
 - ПЗ 13. Проста лінійна регресія
 - ПЗ 13
 - ПЗ 14. Модель множинної регресії. Логістична регресія
 - ПЗ 14
 - ПЗ 15. Дисперсійний аналіз
 - ПЗ 15
 - ПЗ 16. Факторний аналіз
 - ПЗ 16
 - ПЗ 17. Аналіз категоріальних даних
 - ПЗ 17

The left sidebar contains navigation options like 'Люди', 'Ресурси курсу', 'Search Forums', 'Керування', and 'Доступні курси'. The bottom right corner shows a Windows activation watermark.

Рисунок 1 – Фрагмент діалогового вікна розробленого дистанційного курсу

ВИСНОВКИ. Період розвитку цифрової економіки характеризується роботизацією, інтернетом речей, автоматизованою обробкою великих масивів даних, використанням розподілених реєстрів, що висуває нові вимоги до випускників університетів, які повинні оволодіти не тільки існуючою номенклатурою компетенцій, але й цифровою компетентністю.

В освіті для пояснення особливостей роботи з програмними продуктами доцільно використовувати системи дистанційного навчання, важливо поєднувати сучасні методи навчання та новітні інформаційні технології. Використання системи дистанційного навчання Moodle підсилює ефективність процесу навчання, удосконалює організаційну структуру взаємодії викладача та магістра, має вплив на організацію та дисципліну роботи магістра, чим підвищує якість навчання та рівень підготовки магістрів.

Використання методів та алгоритмів машинного навчання та самонавчання дозволить магістрам впроваджувати в життя сучасні досягнення штучного інтелекту.

Автори впевнені, що робота з розробленим ними курсом допоможе магістрам спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» опанувати нові інструменти для аналізу великих даних та моделювання високорівневих абстракцій у великих наборах даних різної природи, проектувати сховища великих даних для видобутку даних і знань, візуалізувати великі дані, виконувати побудову і оцінювання прогностичних моделей, що генеруються на основі великих даних.

Важливим є залучення студентів для розробки дистанційних курсів з використанням іновативних освітніх технологій. Студенти привнесли в розроблений курс свої творчі ідеї, молоду наснагу та бажання розкривати горизонти, підвищувати свій кваліфікаційний рівень та збагачуватися новими знаннями та технологіями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Verkhovodov A. Цифрова трансформація та інновації: що це насправді? URL: medium.com/@untone/цифрова-трансформація-та-інновації-що-це-насправді-f322e11927fe (дата звернення: 14.11.2019).
2. Тульчинский Г. Л. Цифровая трансформация образования: вызовы высшей школе. *Философские науки*. 2017. № 6. С. 121–136.
3. Офіційний сайт Moodle. URL: <https://moodle.org/?lang=uk> (дата звернення: 15.11.2019).

4. Коваль Т., Аврамчук А. М. Використання системи для створення мультимедійних електронних освітніх ресурсів з мовних дисциплін: зарубіжний і вітчизняний досвід. URL: http://lib.iitta.gov.ua/704502/1/pptp_2016_2_18.pdf (дата звернення: 16.11.2019).

5. Попенко Н. В. Особливості впровадження елементів дистанційного навчання у процес соціально-гуманітарної підготовки магістрів природничих спеціальностей. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ. 2019. Вип. 3(116). С. 51–58. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.3.51-57.

6. Делембовський М. М., Клименко М. О. Досвід використання системи Moodle у системі дистанційного навчання з дисциплін технічного напрямку. URL: <http://2019.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=12> (дата звернення: 16.11.2019).

7. Prykhodko O. Use of methods of Machine Learning for prediction of the dangerous convective phenomena by means of a numerical model of a convective cloud. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ. 2019. Вип. 1(114). С. 33–41. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.1.33-40.

8. Носенко Ю. Г. Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. № 3(17). С.73–78.

9. Дистанційний курс «Теорія систем в задачах Machine Learning». URL: <http://cdo.kname.edu.ua/course/view.php?id=2550/> (дата звернення: 12.09.2019).

10. Ліцензія RStudio Desktop 1.2.5001, ліцензія GNU Affero General Public License v3. URL: [rstudio.com](https://www.rstudio.com) (дата звернення: 03.09.2019).

11. Machine Learning – Машинне навчання. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning> (дата звернення: 14.11.2019).

12. Віллемс Карлійн. Machine Learning (машинне навчання) в R. URL: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/machine-learning-in-r> (дата звернення: 14.11.2019).

13. Witten Ian H., Eibe Frank, Hall Mark A. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann. 2011. 664 p.

14. Солондаев В. К. Пример использования функции нечеткой кластеризации fanny в программе R. URL: <http://cafedra.narod.ru/solondaev/solond-R-fanny.pdf> (дата звернення: 17.11.2019).

DEVELOPING A DISTANCE COURSE «THEORY OF SYSTEMS IN MACHINE LEARNING PROBLEMS»

O. Petrova, K. Bobriekhova

Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
vul. Marshal Bazhanov, 17, Kharkiv, 61000, Ukraine.

E-mail: Elena.Petrova@kname.edu.ua; Kamila.Bobriekhova@kname.edu.ua

Purpose. The subject of the study is the theoretical and methodological principles of using the Moodle platform in the process of studying the discipline of Machine Learning for masters. The purpose of the study is to develop a distance course for the use in the mixed learning of masters of modern technology – Machine Learning with R, describing the basic principles of statistical data processing R. The authors studied and structured the obtained knowledge in the

field of machine learning; identified the benefits of machine learning in the digital transformation era; completed a review of data analysis tools and mathematical packages, languages and statistical analysis methods used in machine learning; provided a descriptive analysis of the basic algorithmic elements of the language and the basic R packages. **Methodology.** In the course of development of the distance course, common scientific methods were used: methods of statistical analysis, algorithms of self-learning based on the analysis of empirical data, technology of machine learning. **Results.** Development of a remote course on the use of programming technology and R system principles, data models, R algorithms used by masters to develop computerized systems based on data without programming their behavior. **Originality.** It is shown that in education to explain the peculiarities of working with software products it is advisable to use systems of distance learning, it is proved that the use of methods and algorithms of machine learning will allow masters to implement modern achievements of artificial intelligence. **Practical value.** The developed distance course will help masters learn new tools for analyzing big data, design big data storages to mining data and knowledge, visualize big data, build and evaluate predictive models that are generated from big data. **Conclusions.** Master's acquaintance with the developed distance course "Theory of Systems in Machine Learning Problems" will help them to understand the principles of machine learning, to study methods of statistical analysis of data using modern software and to use the acquired knowledge to solve problems of artificial intelligence.

Key words: machine learning, main machine learning algorithms, R system, distance course.

REFERENCES

1. Verkhovodov A., Tsyfrova transformatsiya ta innovatsiyi: shcho tse naspravdi? [Digital Transformation and Innovation: what is reality?]. URL: medium.com/@untone/tsyfrova-transformatsiya-ta-innovatsiyi-shcho-tse-naspravdi-f322e11927fe (Last accessed: 14.11.2019).
2. Tul'chyns'kyi H.L. (2017), Tsyfrova transformatsiya osvity: vyklyky vyshchii shkoli [Digital Transformation of Education: Challenges to Higher Education.], *Filosofs'ki nauky*. 2017. №. 6. S. 121-136.
3. Ofitsynyy sayt Moodle. URL: <https://moodle.org/?lang=uk> (Last accessed: 15.11.2019).
4. Koval' T., Avramchuk A.M. (2016), Vykorystannya systemy dlya sozdannya mul'tymediynykh Elektron osvity resursov z movnykh dystsyplin: zarubizhnyi y vitchyznyany dosvid [Using the system to create multimedia electronic educational resources in language disciplines: foreign and domestic experience]. URL: http://lib.iitta.gov.ua/704502/1/pptp_2016_2_18.pdf (Last accessed: 16.11.2019).
5. Popenko N.V. (2019), Osoblyvosti Vprovadzhennya elementiv distantsiynoho navchannya u protses sotsial'no-humanitarnoyi podhotovky mahistriv pryrodnychkh spetsial'nostey [Features of introduction of distance learning elements in the process of social and humanitarian preparation of masters of natural sciences], *Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*. Kremenchuk: KrNU. 2019. Vypusk 3 (116). S. 51–58. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.3.51-57.
6. Delembovs'kiy M.M., Klymenko M.O., Dosvid yspol'zovanye systemy Moodle u systeme distantsiynoho navchannya z dystsyplin tekhnichnoho napryamu [Experience in using the Moodle system in the distance learning system of technical disciplines]. URL: <http://2019.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=12> (Last accessed: 16.11.2019).
7. Prykhodko O. (2019), Use of methods of Machine Learning for prediction of the dangerous convective phenomena by means of a numerical model of a convective cloud. *Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*. Kremenchuk: KrNU. 2019. Vypusk 1 (114). S. 33–41. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.1.33-40.
8. Nosenko YU.H. (2018), Adaptivni systemy navchannya: sutnist', kharakterystyka, stan yspol'zovanye u vitchiznyanikh zakladakh pedahohichnoyi osvity [Adaptive learning systems: the nature, characteristics, state of use of pedagogical education in domestic educational establishments], *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. № 3 (17). S.73-78.
9. Distantsiynyy kurs «Teoriya system v zadachakh Machine Learning». URL: <http://cdo.kname.edu.ua/course/view.php?id=2550/> (Last accessed: 12.09.2019).
10. Litsenziya RStudio Desktop 1.2.5001, litsenziya GNU Affero General Public License v3. URL: rstudio.com (Last accessed: 03.09.2019).
11. Machine Learning - Mashynne navchannya. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning> (Last accessed: 14.11.2019).
12. Vilems Karliyn. Machine Learning (mashyna navchannya) v R. URL: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/machine-learning-in-r> (Last accessed: 14.11.2019).
13. Witten Ian H., Eibe Frank, Hall Mark A. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann, 2011. 664 p.
14. Solondaev V.K., Pryklad vykorystannya funktsiyi nechitkoyi klasteryzatsiyi fanny v prohrami R [An example of using the fuzzy fanny clustering function in R]. URL: <http://cafedra.narod.ru/solondaev/solond-R-fanny.pdf> (Last accessed: 17.11.2019).

Стаття надійшла 13.12.2019.