

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ ШВЕЙЦАРІЇ (ПО МАТЕРІАЛАМ СТАЖУВАННЯ У ФЕДЕРАЛЬНІЙ ПОЛІТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ ЛОЗАННИ)

Федеральна політехнічна школа Лозанни (EPFL) «Ecole polytechnique fédérale de Lausanne» — державний дослідницький університет, розташований у Лозанні, Швейцарія. Він спеціалізується на природничих та інженерних науках. Це один із двох швейцарських федеральних технологічних інститутів із трьома основними завданнями: освіта, дослідження та інновації.

У рейтингу QS World University Rankings EPFL став 14-м найкращим університетом світу в усіх галузях у 2021 році, тоді як THE World University Rankings оцінив EPFL як 19-ту найкращу школу в світі для інженерії та технологій у 2020 році.

У зв'язку з науковою та навчальною діяльністю EPFL керує ядерним реактором CROCUS, термоядерним реактором Tokamak, суперкомп'ютером Blue Gene/Q та біологічно небезпечними установками P3.

Як і в усіх університетах Швейцарії, навчальний рік ділиться на два семестри. За типовими планами, все навчання займає шість семестрів для ступеня бакалавра наук і чотири додаткові семестри для ступеня магістра наук. Хоча лише 58% студентів, яким вдається закінчити навчання, завершують його саме за цей період.

Стажування в EPFL проходить на основі лабораторії EESD (Earthquake Engineering and Structural Dynamics) під керівництвом доцента Katrin Beyer [1] у кампусі GC B.

Освітній процес для магістрів із напрямку «Цивільна інженерія» включає в собі два блоки обов'язкових дисциплін (5 та 6) та перелік довільних дисциплін (більш ніж 30 дисциплін). До переліку курсів входять такі дисципліни, як «Гідравлічні та гідроелектричні споруди та схеми», «Сучасні композити в інженерних конструкціях», «Обчислювальна геомеханіка», «Бетонні мости», «Будівельний закон для інженерів (2 частини)», «Методології допомоги при прийнятті рішень у транспортуванні», «Енергетичні геоструктури», «Хвилі повені та греблі руйнують», «Річкова гідраліка та річкові навчальні роботи».

За освітніми програмами для здобувачів PhD, аспіранти вивчають за планом 18 основних (core) дисциплін та мають додатково на вибір ще більше 20 курсів. До плану аспіранта входить вивчення таких дисциплін, як «Активне дистанційне зондування атмосфери», «Економіка клімату для інженерів», «Аналіз Фур'є та крайові задачі», «Inference for large-scale time series with application to sensor fusion», «Прикладна біостатистика», «Математичне

моделювання поведінки», «Конструкційна стійкість» і т.д.

Додатково проводиться зимова школа для аспірантів з оптимізації та операційних досліджень.

В програмі прописується, якою саме мовою читається курс. Основні мови навчання для магістрів – французька та англійська. Також варто зазначити, що курси для аспірантів є виключно англійською мовою.

У плані навчання кожен курс має свій код, вказується формат курсу – онлайн або офлайн, термін початку курсу (наприклад, квітень 2022 року) та тип екзамену або заліку (письмовий, усний, проект). Також багато викладачів EPFL мають загальнодоступні курси, зареєстровані на платформі Coursera, із можливістю для студентів використовувати англійські субтитри для курсів іншими мовами. Один із таких курсів представлений і для інженерів “L'art des structures 1: Câbles et arcs” – Мистецтво структур 1: Ванти та арки [2]. Курс читають викладачі EPFL доктор Oliver L. Burdet та Aurelio Muttoni.

На даний момент аспірантці Полтавської політехніки є змога бути слухачем одного із комбінованого курсу (офлайн, із можливістю онлайн відвідування) під назвою «Uncertainty Quantification in Engineering» – «Кількісна оцінка невизначеності в інженерії». Курс підготовлений Prof. Dr. Bruno SUDRET та PhD студенткою Nora LÜTHEN (ETH Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)). Даний курс створений для магістрів та аспірантів EPFL та ETH Zürich.

Курс складається із 13 лекцій, які проходять раз в тиждень по четвергам з 15:45 до 17:30 (включаючи перерву). Всі курси матеріалу доступні на платформі Moodle. Також в курс включений один розрахунковий міні-проект, два домашніх завдання на 3-му та 5-му тижні навчання. Курс закінчується письмовим екзаменом. Фінальна оцінка виставляється із розрахунку 80% бал екзаменаційної роботи + 20% бал міні-проекту.

Також, у рамках стажування, проходить ознайомлення із робочим процесом у лабораторії EPFL, де на даний момент представлені різноманітні розробки аспірантів політехнічної школи, як, наприклад, дослідження стійкості кам'яної кладки для спорудження житлових будівель.

Напрямки досліджень PhD студентів досить різноманітні. Наприклад, на початку квітня були представлені нароби на тему «Кількісна оцінка невизначеності для глибоких нейронних мереж». Також, проводяться дослідження «Виготовлення наукових фігур професійними техніками рендеринга», «Дослідження впливу осідання ґрунту на Romanesque barrel vault», «Дослідження з'єднань WTD в структурах URM». EPFL надає значну підтримку аспірантам у проведенні досліджень та втілення нових ідей, що є важливою запорукою успішного розвитку науки.

Стажування на основі такого потужного університету як EPFL є важливим кроком у підвищенні загального професійного рівня. Таким чином з'являється можливість дослідити систему освітнього процесу, ознайомитися із дисциплінами та методиками викладання. Важливим досвідом також є кооперація із аспірантами університету із метою обміну

науковими здобутками. Дане стажування відкриває більше можливостей для роботи над сучасними науковими проектами та підвищенні рівня підготовки вітчизняних фахівців шляхом удосконалення існуючих курсів.

Література

1. Katrin Beyer. [Electronic resource] - Access mode: <https://people.epfl.ch/katrin.beyer?lang=en>

2. *L'art des structures 1 : Câbles et arcs*. [Electronic resource] - Access mode: <https://www.coursera.org/learn/structures>

UDC 624.012

*N.M. Pinchuk, PhD, Associate Professor
Daniyal Nizami, Student of the group 402-БПІ
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"*

MODERN METHODS OF MASONRY STRUCTURES STRENGTHENING

One of the urgent issues of reconstruction and restoration of existing stone buildings is to ensure their structural reliability and durability. Unlike reinforced concrete structures, in which cracking is prevented by reinforcement, masonry is very sensitive to tensile and shear stresses.

As a result, the most common type of damage to stone buildings is cracking. This process, firstly, has a negative impact on the comfort of residents, users, tenants, etc. Secondly, it can be both a consequence and a cause of the emergency condition of the structure as a whole or its separate part. In addition, cracks, even safe ones, reduce the commercial value of the object, deteriorating its appearance and interior.

The consequences of such destructions are especially noticeable in historic buildings with a rich relief of facades and valuable interior decoration of the walls, containing frescoes, gilding and other elements of interior decoration.

Recently, due to the widespread construction of new facilities near old stone buildings and structures, the formation of cracks in their masonry is accelerating. In such cases, the most dangerous for an architectural monument is the close proximity to the sites of zero cycle work, causing the inevitable change in the stress-strain state of the foundations. There are known facts when in the process of construction of ditches in the immediate vicinity of existing facilities, the latter not only cracked, but also collapsed.

Among the traditional methods of strengthening stone structures, the most common are steel and reinforced concrete clips, metal belts and overlays, masonry, etc. Most of them are time-consuming to implement, expensive, and in relation to historic buildings, some are not applicable for aesthetic reasons. Therefore, new technologies and materials are increasingly used to repair and strengthen stone structures. These include, in particular, composites in the form of lamellae, mats and nets, made of hydrocarbons, aramids and fiberglass, the