

Звіт щодо порівняння програм закордонних ВНЗ.

1. Мета

Створення порівняльного аналізу освітньо-професійних програм спеціальності 124 “Системний аналіз” із пропозиціями, програмами та спеціальностями закордонних ВНЗ.

2. Перелік закордонних ВНЗ, інформацію з яких було проаналізовано

У таблиці 2.1 приведено перелік закордонних ВНЗ, інформацію з яких було проаналізовано з метою створення порівняльного аналізу програм вказаних ВНЗ та освітньо-професійних програм спеціальності 124 “Системний аналіз”.

Таблиця 2.1. Перелік закордонних ВНЗ.

№	ВНЗ	Посилання
1	Massachusetts Institute of Technology	https://www.mit.edu
2	University of Cambridge	https://www.cam.ac.uk
3	Stanford University	https://www.stanford.edu
4	University of Oxford	https://www.ox.ac.uk
5	Harvard University	https://www.harvard.edu
6	California Institute of Technology	https://www.caltech.edu
7	Universität Zürich	https://www.curem.uzh.ch/
8	UCL	https://www.ucl.ac.uk
9	Imperial College London	https://www.imperial.ac.uk

3. Короткий опис пропозицій закордонних ВНЗ

У таблиці 3.1 приведено перелік пропозицій закордонних ВНЗ.

Таблиця 3.1. Перелік пропозицій закордонних ВНЗ.

№	ВНЗ	Посилання	Факультет	Назва спеціальності	Опис
1	MIT	https://math.mit.edu/research/applied/	Applied Mathematics Research	Computational Science & Numerical Analysis	Computational science is a key area related to physical mathematics. The problems of interest in physical mathematics often require computations for their resolution. Conversely, the development of efficient computational algorithms often requires an understanding of the basic properties of the solutions to the equations to be solved numerically. For example, the development of methods for the solution of hyperbolic equations (e.g. shock capturing methods in, say, gas-dynamics) has been characterized by a very close interaction between theoretical, computational, experimental scientists, and engineers.
2	MIT	https://math.mit.edu/research/applied/	Applied Mathematics Research	Mathematics of Data	The "mathematics of data" encompasses a diverse blend of mathematical techniques that are crucial not just for handling vast datasets, but also for extracting meaningful insights from them. Rooted in core areas such as probability, statistical theory, linear algebra, optimization, and combinatorics, this discipline provides the tools needed to navigate the complexities of data. As the fields of artificial intelligence and data analysis continue to expand, they not only lean heavily on these foundational mathematical concepts but also offer fresh perspectives and challenges back to the world of mathematics. This dynamic interplay underscores the mutually enriching relationship between data and math in our evolving digital landscape.
3	MIT	https://www.eecs.mit.edu/research/explore-all-research-areas/information-science-and-systems/	Computer Science	Information Science and Systems	This broad research theme covered activities across all aspects of systems that process information, and the underlying science and mathematics, and includes communications, networking & information theory; numerical and computational simulation and prototyping; signal processing and inference; medical imaging; data science, statistics and

					inference.
4	MIT	https://www.eecs.mit.edu/research/explore-all-research-areas/artificial-intelligence-and-machine-learning/	Computer Science	Artificial Intelligence and Machine Learning	Our research covers a wide range of topics of this fast-evolving field, advancing how machines learn, predict, and control, while also making them secure, robust and trustworthy. Research covers both the theory and applications of ML. This broad area studies ML theory (algorithms, optimization, etc.); statistical learning (inference, graphical models, causal analysis, etc.); deep learning; reinforcement learning; symbolic reasoning ML systems; as well as diverse hardware implementations of ML.
5	MIT	https://www.eecs.mit.edu/research/explore-all-research-areas/optimization-and-game-theory/	Computer Science	Optimization and Game Theory	Research in this area focuses on developing efficient and scalable algorithms for solving large scale optimization problems in engineering, data science and machine learning. Our work also studies optimal decision making in networked settings, including communication networks, energy systems and social networks. The multi-agent nature of many of these systems also has led to several research activities that rely on game-theoretic approaches.
6	MIT	https://www.eecs.mit.edu/research/explore-all-research-areas/systems-theory-control-and-autonomy/	Computer Science	Systems Theory, Control, and Autonomy	Our theoretical research includes quantification of fundamental capabilities and limitations of feedback systems, inference and control over networks, and development of practical methods and algorithms for decision making under uncertainty.
7	Stanford	https://icme.stanford.edu	Institute for Computational & Mathematical Engineering	Data Science Track	<p>Students in the Data Science track will develop strong mathematical, statistical, computational, and programming skills through the core and programming requirements. This track is designed to provide a fundamental data science education through general and focused electives requirement from courses in data sciences and related areas.</p> <p>Recommended background: strong foundation in mathematics with courses in linear algebra, numerical methods, probabilities, stochastics, statistical theory, and programming proficiency in C and r.</p>

8	Stanford	https://icme.stanford.edu	Institute for Computational & Mathematical Engineering	General Track	<p>The General track is designed for students interested in studying and developing computational tools in those aspects of applied mathematics central to modeling in the physical and engineering sciences. The curriculum consists of core computational and mathematical engineering courses, programming coursework, extensive breadth and depth electives, and seminars. Core courses provide instruction in mathematical and computational tools applicable to a wide range of scientific, industrial, and engineering disciplines and augment the breadth and depth electives of one's choosing. The programming requirement ensures proficiency in scientific computing and professional computing skills. Seminars highlight emerging research in engineering and sciences.</p> <p>Recommended background: strong foundation in mathematics with courses in linear algebra, numerical methods, probabilities, stochastics, real analysis/pde, and programming proficiency.</p>
9	Stanford	https://icme.stanford.edu	Institute for Computational & Mathematical Engineering	Mathematical & Computational Finance Track	<p>An interdisciplinary program that provides education in applied and computational mathematics, statistics, and financial applications for individuals with strong mathematical skills. The MCF track is designed to prepare students to assume positions in the financial industry as data and information scientists, quantitative strategists, risk managers, regulators, financial technologists, or to continue on to doctoral programs in related fields.</p> <p>Recommended background: strong foundation in mathematics with courses in linear algebra, numerical methods, probabilities, stochastics, real analysis/pde, programming, proficiency in C , and interest in finance/internship or industry experience.</p>

10	Caltech	https://www.cms.caltech.edu/academics/ugrad/acm	Division of Engineering and Applied Science	Undergraduate Major in Applied + Computational Mathematics	<p>The undergraduate option in applied and computational mathematics within the Computing & Mathematical Sciences department seeks to address the interests of those students who want to combine their basic studies in mathematics with considerable involvement in applications. This program is designed to give students a thorough training in fundamental computational and applied mathematics and to develop their research ability in a specific application field. The fields of application include a wide range of areas such as fluid mechanics, materials science, and mathematical biology, engineering applications, image processing, and mathematical finance. The training essential for future careers in applied mathematics in academia, national laboratories, or in industry is provided, especially when combined with graduate work, by successful completion of the requirements for an undergraduate degree in applied and computational mathematics. Complete programs will be worked out with faculty advisers.</p>
----	---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11	Caltech	https://www.cms.caltech.edu/academics/ugrad/ugrad_ids	Division of Engineering and Applied Science	Undergraduate Major in Information + Data Sciences	<p>The information and data sciences are concerned with the acquisition, storage, communication, processing, and analysis of data. These intellectual activities have a long history, and Caltech has traditionally occupied a position of strength with faculty spread out across applied mathematics, electrical engineering, computer science, mathematics, physics, astronomy, economics, and many others disciplines. In the last decade, there has been a rapid increase in the rate at which data are acquired with the objective of extracting actionable knowledge -- in the form of scientific models and predictions, business decisions, and public policies. From a technological perspective, this rapid increase in the availability of data creates numerous challenges in acquisition, storage, and subsequent analysis. More fundamentally, humans cannot deal with such a volume of data directly, and it is increasingly essential that we automate the pipeline of information processing and analysis. All areas of human endeavor are affected: science, medicine, engineering, manufacturing, logistics, the media, entertainment. The range of scenarios that concern a scientist in this domain are very broad -- from situations in which the available data are nearly infinite (big data), to those in which the data are sparse and precious; from situations in which computation is, for all practical purposes, an infinite resource to those in which it is critical to respond rapidly and computation must thus be treated as a precious resource; from situations in which the data are all available at once to those in which they are presented as a stream.</p> <p>As such, the information and data sciences now draw not just upon traditional areas spanning computer science, applied mathematics, and electrical engineering -- signal processing, information and communication theory, control and decision theory, probability and statistics, algorithms -- but also a</p>
----	---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	----------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					<p>range of new contemporary topics such as machine learning, network science, distributed systems, and neuroscience. The result is an area that is new, fundamentally different that related areas like computer science and statistics, and that is crucial to modern applications in the physical sciences, social sciences, and engineering.</p> <p>The Information and Data Science (IDS) option is unabashedly mathematical, focusing on the foundations of the information and data sciences, across its roots in probability, statistics, linear algebra, and signal processing. These fields all contribute crucial components of data science today. Further, it takes advantage of the interdisciplinary nature of Caltech by including a required set of application courses where students will learn about how data touches science and engineering broadly. The flexibility provided by this sequence allows students to see data science in action in biology, economics, chemistry, and beyond.</p> <p>In addition to a major, the IDS option offers a minor that focuses on the mathematical foundations of the information and data sciences, but recognizes the fact that many students in other majors across campus have a need to supplement their options with practical training in data science.</p>
12	ETH Zuerich	https://math.ethz.ch/studies/master-programmes/master-mathematics/application-areas/systems-design.html	Master's degree in Applied Mathematics	Systems Design	<p>At the Chair of Systems Design, we aim at achieving a scientific description, modelling and computer simulation of "systems" from a theoretical perspective. This includes conceptual issues of systems thinking and systems engineering, formalization of systems dynamics, as well as quantitative approaches for nonlinear dynamical systems. In particular, we apply various methods to investigate complex systems from different fields such as statistical physics, evolutionary biology, micro-economics and computational sciences. As regards applications, our focus is primarily on socio-economic</p>

					<p>systems such as business companies or social organizations. We are interested in a fundamental understanding of the dynamics of organizations.</p> <p>The following courses feature different aspects of the dynamics and complexity of systems that comprise a large number of interacting entities. We provide methods for formal analysis as well as for computer simulations of those systems, and demonstrate their applicability in a number of examples, ranging from physical and biological to social and economic systems.</p>
13	ETH Zuerich	https://math.ethz.ch/studies/master-programmes/master-mathematics/application-areas/machine-learning.html	Master's degree in Applied Mathematics	Machine Learning	<p>Machine learning has seen significant success in a wide variety of contemporary data science application areas, such as e.g. natural language processing, image recognition, and determining the 3D shape of proteins. The development of a mathematical theory of modern machine learning is currently an active area of research and corresponding courses are offered in D-MATH, D-INFK, and D-ITET. The courses listed here are meant to provide an introduction into machine learning application areas.</p>
14	ETH Zuerich	https://math.ethz.ch/studies/master-programmes/master-mathematics/application-areas/finance.html	Master's degree in Applied Mathematics	Finance	<p>Finance is concerned with the analysis of financial markets and financial decision making. This can be decisions made within firms (corporate finance), decisions made by investors (asset allocation) or by financial intermediaries (banking and financial engineering). In mathematical finance, a sub-field, particular focus is on the measurement and management of financial risks, the mathematical modelling of financial markets and the pricing of complex financial instruments. Many of these problems can be tackled using mathematical tools from probability, statistics and numerical analysis.</p> <p>This specialization requires a solid knowledge of probability and stochastic processes. It is advised to combine it with one of the focus areas of Insurance mathematics and financial engineering, Statistics or Numerical analysis and scientific computing.</p>

15	Imperial College London	https://www.imperial.ac.uk/study/courses/postgraduate-taught/applied-mathematics/	Department of Mathematics	Scientific Computing & Machine Learning (SCML)	<p>This course provides training in many different areas of applied mathematics, equipping you with a range of mathematical, modelling and presentation skills for problem-solving and research.</p> <p>This course is delivered in small classes, with a broad choice modules from the foundational to highly specialised, allowing you to tailor the course to your interests and background.</p> <p>Starting from 2024, we offer a programme stream on Scientific Computing & Machine Learning (SCML) as part of our world-class Applied Mathematics MSc. This stream is for students who want to develop core expertise at the interface between modern computational mathematics and data-driven modelling.</p>
16	UCL	https://www.ucl.ac.uk/maths/study/msc-financial-mathematics	UCL Department of Mathematics	MSc Financial Mathematics	<p>There is sustained interest in the Financial Services Industry to raise the level of Mathematics used in banks, hedge funds and insurance firms, for example in applications to pricing, hedging and risk management. This innovative and modern MSc provides students with the skills necessary in Mathematics, Statistics and Computation for a career in this fast developing field.</p>
17	UCL	https://www.ucl.ac.uk/maths/study/msc-mathematical-modelling	UCL Department of Mathematics	MSc Mathematical Modelling	<p>The MSc course aims to teach students the basic concepts which arise in a broad range of technical and scientific problems and illustrates how these may also be applied in a research context to provide powerful solutions.</p>

4. Аналіз пропозицій закордонних ВНЗ

Всі програми, що входять у таблицю 3.1 мають наступні спільні риси:

1. Теоретичний Фокус:

- Більшість програм зосереджені на фундаментальних теоретичних дослідженнях у галузі математичних методів, системної теорії, керування та аналізу даних, що включає розробку нових алгоритмів, моделей та методів для вирішення складних завдань.

2. Математичне та Комп'ютерне Моделювання:

- У перераховані пропозиціях та програмах закордонних ВНЗ використовуються математичні та комп'ютерні методи моделювання для аналізу та розробки систем, що охоплюють різні галузі, включаючи інформаційні технології, штучний інтелект, оптимізацію, та дослідження операцій.

3. Аналіз Даних та Штучний Інтелект:

- Аналіз великих даних (Big Data), інтелектуальний аналіз даних та застосування методів штучного інтелекту є центральними темами для багатьох програм, що включають машинне навчання, нейронні мережі та інші підходи до обробки даних.

4. Оптимізація та Дослідження Операцій:

- Багато програм зосереджуються на розробці та впровадженні методів оптимізації для вирішення задач в різних сферах, таких як логістика, фінанси, та інженерія.

5. Міждисциплінарний Підхід:

- Програми часто мають міждисциплінарний характер, залучаючи знання з різних областей для розробки комплексних рішень, що включає інтеграцію методів з математики, інформатики, економіки та інших наукових галузей.

6. Глобальна Орієнтація:

- Багато програм орієнтовані на підготовку фахівців, здатних працювати в глобальному науково-технічному просторі, що включає інтернаціоналізацію освітнього процесу та враховує сучасних світових тенденцій у науці та технологіях.

7. Застосування в Індустрії:

- Програми мають і сильний теоретичний фокус, і, також, орієнтовані на практичне застосування знань, зокрема в індустрії інформаційних технологій, фінансових ринків, інженерії та ШІ.

Отже, спільними рисами всіх програм з таблиці є їхня орієнтація на фундаментальні дослідження, використання математичних і комп'ютерних методів, акцент на аналізі даних та оптимізації, а також міждисциплінарний підхід та глобальна орієнтація. Ці характеристики свідчать про високий рівень наукової підготовки та здатність програм підготувати фахівців для вирішення складних завдань у різних галузях сучасної науки і технологій.

Нижче наведено короткий порівняльний аналіз пропозицій закордонних ВНЗ, які мають максимально схожі елементи з освітньо-професійними програми спеціальності 124 "Системний аналіз":

1. **Mathematics of Data** (Applied Mathematics Research) - MIT

- Фокус на математиці даних, яка включає аналіз великих даних та алгоритмів, що схоже на акцент на інтелектуальному аналізі даних у програмах спеціальності 124 "Системний аналіз".
2. **Artificial Intelligence and Machine Learning** (Computer Science) - MIT
 - Орієнтована на дослідження штучного інтелекту та машинного навчання, що перекликається з компонентами програм, які використовують штучний інтелект та інтелектуальний аналіз даних у складових освітньо-професійних програмах спеціальності 124 "Системний аналіз".
 3. **Systems Theory, Control, and Autonomy** (Computer Science) - MIT
 - Програма зосереджена на теоретичних дослідженнях, включаючи кількісну оцінку невизначеностей, розробку теорії керування для автономних систем, аналіз стійкості та адаптивного керування, а також на дослідженнях, спрямованих на підвищення автономності та надійності систем керування. Програма схожа на освітньо-професійну програму САУ спеціальності 124 "Системний аналіз".
 4. **Mathematical & Computational Finance Track** (Institute for Computational & Mathematical Engineering) - Stanford
 - Ця програма спрямована на математичне та обчислювальне фінансування, що включено у освітньо-професійну САФР спеціальності 124 "Системний аналіз", яка зосереджена на складних системах фінансового ринку.
 5. **Finance** (Master's degree in Applied Mathematics) - Stanford
 - Аналіз фінансових ринків, що відповідає акценту на фінансовому секторі, що включено у освітньо-професійну програму САФР спеціальності 124 "Системний аналіз".

Отже, у освітньо-професійних програмах спеціальності 124 "Системний аналіз" є такі ж складові та напрямки, що входять до програм передових закордонних ВНЗ, що включає акцент на фундаментальних дослідженнях, зокрема в галузях математичного та комп'ютерного моделювання, аналізу даних, оптимізації та системного аналізу. Обидві програми орієнтовані на підготовку фахівців, здатних працювати на міжнародному рівні, інтегруючись у глобальний науково-технічний простір. Як і в провідних університетах світу, в цих програмах акцентується увага на міждисциплінарному підході, що дозволяє випускникам ефективно застосовувати свої знання в різних сферах, включаючи фінансові ринки та інформаційні технології, технології ШІ. Це підтверджує, що освітньо-професійні програми спеціальності 124 "Системний аналіз" ІПСА КПІ ім. Ігоря Сікорського є конкурентоспроможними на міжнародному рівні і відповідають сучасним вимогам до підготовки висококваліфікованих фахівців.