

УДК [378.091.212:004-057.21]:[005.963:004]
DOI 10.31494/2412-9208-2019-1-1-45-53

Complementary analysis of use potential and opportunities open on-line courses in the process of studying the discipline “Algorithms and Data Structure”

Комплементарний аналіз використання потенціалу та можливостей відкритих он-лайн курсів у процесі вивчення дисципліни “Алгоритми та структура даних”

Liudmyla Ibrahimova,

Senior Lecturer

<https://orcid.org/0000-0002-1194-5128>

ibragimovaludmila19@gmail.com

Melitopol Bogdan Khmelnytsky State
Pedagogical University

✉ 20 Hetmanska St.,
Melitopol, Ukraine, 72300

Людмила Ібрагімова,

старший викладач

Мелітопольський державний
педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького

✉ вул. Гетьманська, 20
Мелітополь, Україна, 72300

Original manuscript received January 17, 2019

Revised manuscript accepted April 24, 2019

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the potential of the use of mass open online courses in the study of the discipline "Algorithms and data structures" in the process of training engineers-programmers and engineers-teachers in the specialty 122 "Computer Science". and 015.10 Vocational education (computer technology) in higher education institutions. Comparatively massive open online courses for the study of algorithms, in particular, Codecademy specialization "Data Structures and Algorithms", course EdX "Algorithms" and course Prometheus "Development and Analysis of Algorithms." The didactic possibilities of using MOOC Prometheus "Development and analysis of algorithms" in the course of studying the discipline "Algorithms and data structures" as additional material are discussed.

The use of MOOC as an additional resource of Prometheus and the course "Development and analysis of algorithms" in the course of studying the discipline "Algorithms and Data Structure" in the training of future engineers-programmers will help form competencies such as: knowledge and skills to use the basic algorithms and data structures, the basic concepts of theoretical algorithms, computational issues, solvability and insolubility of mass problems, concepts of time and spatial complexity of algorithms in solving computational problems.

It is concluded that the use of mass open online courses on discipline "Algorithms and data structure". At present, it is better to use MOOC as additional learning resources for students and teachers. Introducing these courses as an alternative or complement to individual parts of the training material has certain perspectives. This will diversify the learning process, deepen the knowledge of discipline and consider the practical implementation of algorithms.

Keywords: mass open on-line course, program engineers, algorithms and data structure, resource, algorithms on graphs, data structure, algorithms.

Постановка проблеми Постійне вдосконалення цифрового подання інформації та організації доступу до неї із застосуванням комп'ютерних мереж викликає неослабний інтерес до різноманітних інформаційних технологій в освіті та навчанні. Історія цього питання налічує вже понад півстоліття. Еволюційні процеси щодо розробки і використання електронних матеріалів для вищої освіти за останні два десятиліття привели до формування концепції публікації навчальних матеріалів для віддаленого доступу у вигляді масових відкритих он-лайн курсів (Massive Open Online Course, MOOC)[1].

Масовий відкритий он-лайн курс – це Інтернет-курс з інтерактивною участю і відкритим доступом, одна з найбільш ефективних форм реалізації дистанційних освітніх технологій. MOOC вирішує такі важливі проблеми сучасної освіти, як масовість, доступність, якість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями проблем підготовки інженерів-програмістів займалися П. Денінг, Д. Кнут, Т. Морозова, Н. Неграпонтє, Ю. Нікольський, Ф. Новиков, В. Павлов, С. Паппер, В. Перекатов, В. Пасічник, М. Сідоров, З. Сейдаметова, В. Осадчий, В. Круглик, О. Наумук, В. О. Сухомлін, В. В. Сухомлін.

Питання впровадження масових відкритих он-лайн курсів у закладах вищої освіти стали предметом вивчення українських та зарубіжних науковців А. Бебнева, К. Бугайчука, О. Олейнікова, І. Травкіна, Н. Тихомирової та інших.

Мета статті – розкрити застосування масових відкритих он-лайн курсів як додаткового ресурсу в процесі вивчення дисципліни “Алгоритми та структура даних” у професійній підготовці інженерів-програмістів.

Виклад основного матеріалу. У зв'язку з глобалізацією освіти виникає проблема створення і розвитку нових ефективних освітніх моделей. Заклади вищої освіти розширюють свої кордони та беруть курс на подолання закритої самодостатності й унікальності для завоювання і освоєння не тільки національного освітнього простору, а й міжнародного [2].

Прагнення закладів освіти утвердитися у світовому освітньому просторі пов'язано не тільки з підвищенням міжнародної конкурентоспроможності, високою конкуренцією на ринку освітніх послуг, але і з реакцією на неминучу глобалізацію [3].

Однією з провідних тенденцій сучасної освітньої парадигми в світі є створення максимально доступних для кожного умов отримання освіти. Нині інноваційною формою навчання є використання інформаційних технологій, зокрема MOOC. У таких курсах може брати участь велика кількість учасників, яким надається вільний доступ до усіх навчальних матеріалів через мережу Інтернет. Початкова мета MOOC – “відкрити” освіту й надати безкоштовний доступ до навчальних ресурсів для великої кількості студентів з різних країн. На відміну від традиційних університетських он-лайн курсів для MOOC характерні дві ключові риси [4,5]:

- 1) відкритий доступ – будь-яка людина може безкоштовно стати учасником он-лайн курсу;
- 2) масштабованість – у курсі може брати участь велика кількість

студентів.

Відмінністю масових он-лайн курсів від дистанційних курсів, які ґрунтуються на тьюторстві, є те, що при зростанні кількості учнів майже не потребується збільшувати кількість професорів і допоміжного персоналу. Істотна частина проблем вирішується технологіями і співтовариствами, що формуються самими студентами. Це в цілому дозволяє досягти дуже високої масштабованості, яка дає можливість сотням тисяч студентів проходити високоякісні курси, які підготовлені найкращими професорами та постійно модифікуються [6].

На більшості он-лайн платформ для MOOC інформація представлена англійською мовою. Можна назвати такі відомі платформи: Coursera (<https://www.coursera.org/>); Udacity (<https://www.udacity.com/>); Edx (<https://www.edx.org/>); Udemy (<https://www.udemy.com/>) Kadenze (<https://www.kadenze.com/>) та ін. Також можна користуватися освітніми ресурсами, де інформація для користувачів представлена українською мовою, а саме: Prometheus (<http://prometheus.org.ua/>); EdEra (<https://www.ed-era.com/>); Відкритий Університет Майдану (<http://vum.org.ua/>).

Для аналізу MOOC були обрані англomовні платформи Codecademy, EdX та українomовна – Prometheus.

Громадський англomовний проєкт Codecademy відноситься до масових відкритих он-лайн курсів. Усі курси, розташовані на ньому, пов'язані з тематикою програмування та веб-програмування. На цій платформі розташовуються курси від провідних спеціалістів у своїй галузі [7].

Проєкт Codecademy має спеціалізацію “Структури даних та алгоритми”. Ця спеціалізація є сукупністю теорії та практики, де розглядається алгоритмічні методи вирішення різних обчислювальних задач та реалізовується близько 100 проблем алгоритмічного кодування на різних мовах програмування. Це найбільш розширений он-лайн курс з алгоритмів, у якому більшість з них мають практичне призначення. Спеціалізація складається з шести курсів[7]:

1. Algorithmic Toolbox (Алгоритмічний інструментарій – *переклад автора*) – курс охоплює основні алгоритмічні прийоми та ідеї для обчислювальних задач. Алгоритми сортування та пошук, динамічне програмування. Розв'язання задач за допомогою рекурсії та динамічне програмування використовується в геномних дослідженнях. Курс складається з шести тем.

2. Algorithms on Graphs (Алгоритми на графах – *переклад автора*) – в цьому курсі розглядаються графи й їх найважливіші властивості, способи проходження графа, алгоритми пошуку найкоротших шляхів. Курс закінчується мінімальними основними деревами, які використовуються для планування дорожніх, телефонних та комп'ютерних мереж, а також знаходять застосування в кластеризації та наближених алгоритмах.

3. Data Structures (Структури даних – *переклад автора*) – в цьому курсі розглядаються загальні структури даних, які використовуються в різних обчислювальних задачах, реалізація черг пріоритетів у C ++, Java

та Python, хеш-таблиці, бінарні дерева, а також служби Dropbox, які завантажують великі дані. Курс складається з шести тем.

4. Algorithms on Strings (Алгоритми роботи з рядками – *переклад автора*) – в цьому курсі розглядаються алгоритми роботи з текстовою інформацією в пошукових системах та нова сфера персоналізованої медицини, де використовується багато алгоритмів пошуку для знаходження мутації, що викликають хвороби в геномі людини.

5. Advanced Algorithms and Complexity (Алгоритми підвищеної складності – *переклад автора*) – в цьому курсі розглядаються основні алгоритми та їх опрацювання в більш складні та розширені алгоритми. Курс починається з мережевих потоків, які використовуються в більш типових додатках, таких, як оптимальні збіги, знаходження непересічних контурів і планування польотів, сегментація зображень у комп'ютерному зорі. Наступним кроком є перехід до лінійного програмування з додатками для оптимізації розподілу бюджету, пошуку найдешевшого раціону та інше. Закінчується курс введенням до потокових алгоритмів, які використовуються в обробці великих даних.

6. Genome Assembly Programming Challenge (Проблема програмування геномного збирання складності – *переклад автора*) – цей курс призначений для написання алгоритмів з біоінформатиків, які досліджують спалах бактерії E.coli X та розробляють програму збирання геному E. coli X[7].

EdX – безкоштовна Інтернет платформа масових відкритих інтерактивних курсів, заснована Массачусетським технологічним інститутом і Гарвардським університетом в травні 2012 року. EdX проводить он-лайн курси університетського рівня в широкому діапазоні дисциплін для слухачів зі всього світу на безоплатній основі, а також дослідження в галузі навчання[8].

Проект EdX має курс “Algorithms” (Алгоритм) з комп'ютерних наук, де навчають основним алгоритмам, зокрема, сортування, швидкого сортування та злиття та пошуку. Курс також розглядає чисельні, струнні та геометричні алгоритми, поліноміальне множення, матричні операції, GCD, відповідність шаблонів, послідовності. Завершальний блок – алгоритми на графах, шляхи обходу на графі та деревах. Курс поділено на такі теми: сортування та пошук; чисельні алгоритми; алгоритми рядків; геометричні алгоритми; алгоритми на графах [8].

Цей курс є частиною програми XSeries основи комп'ютерних наук. У процесі проходження цього курсу будуть сформовані такі поняття, як алгоритм, структура алгоритмів, використання алгоритмів з відповідними структурами даних, використання алгоритмів для вирішення реальних життєвих проблем, алгоритми і структури даних, які використовуються для проектування систем у масштабі.

У вересні 2014 році на базі платформи edX почала працювати українська платформа MOOC Prometheus. На теперішній час вона наповнюється курсами з різних галузей (математика, комп'ютерні науки, зокрема, програмування, історія, географія, економіка, соціологія,

психологія, філософія та ін.), розробленими українськими викладачами Київського Національного університету імені Т. Г. Шевченка, Києво-Могилянської Академії, Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" та ін.[9]

На Prometheus розроблено курс «Розробка та аналіз алгоритмів» присвячений вивченню та побудові програмних алгоритмів. У рамках цього курсу є можливість ознайомитися із різними підходами до розробки алгоритмів, дослідити та порівняти їх ефективність. Курс побудований від простого до складного. Щотижня розглядається новий підхід до створення алгоритмів та кілька їх прикладів. Не залишається поза увагою і питання структур даних, адже ефективний розв'язок різних програмних задач залежить не тільки від алгоритму, але й від структур даних, які алгоритм використовує. Цей курс розрахований перш за все на розв'язок практичних задач[9].

Короткий зміст курсу:

- Базові підходи до розробки та аналізу алгоритмів.
- Структури даних: піраміди, бінарні дерева, хеш-таблиці.
- Алгоритми на графах: обхід графів, пошук у графі та інші.

У цьому курсі авторами розроблено практичні завдання та тести до кожної теми.

Зміст курсів MOOC з алгоритмів

Платформи	Курс	Термін	Зміст курсу
Codecademy	Структури даних та алгоритми	6 тижнів на кожен курс	1. Алгоритмічний інструментарій. 2. Алгоритми на графах. 3. Структури даних. 4. Алгоритми роботи з рядками. 5. Алгоритми підвищеної складності. 6. Проблема програмування геномного зібрання складності.
EdX	Алгоритм	6 тижнів	1. Сортування та пошук алгоритмів. 2. Чисельні алгоритми. 3. Алгоритми рядків. 4. Геометричні алгоритми. 5. Алгоритми на графах.
Prometheus	Розробка та аналіз алгоритмів	6 тижнів	1. Вступ. 2. Сортування включенням. 3. Метод декомпозиції. 4. Рекурентні співвідношення. 5. Швидке сортування. 6. Порядкові статистики. 7. Лінійне сортування.

			<p>8. Базові структури даних.</p> <p>9. Піраміди.</p> <p>10. Хеш-таблиці.</p> <p>11. Бінарні дерева пошуку.</p> <p>12. Графи. Пошук у графах.</p> <p>13. Пошук вглиб у графах.</p> <p>14. Алгоритм Дейкстри.</p>
--	--	--	--

Проаналізовано три відритих масових он-лайн курси з алгоритмів, з яких два англomовні й один україномовний. Найбільш розширеним курсом є “Структура даних та алгоритми” на платформі Codecademy, він охоплює найбільшу кількість алгоритмів та розбитий на блоки для більшої зручності. У цій спеціалізації є шість курсів за тематикою “Структури даних та алгоритми”. Курси розраховані на тридцять шість тижнів. Курси “Algorithms” на EdX та “Розробка та аналіз алгоритмів” на Prometheus дуже схожі за структурою та темами, які розглядаються. У цих курсах передбачено лекції, практичні завдання та тести для перевірки засвоєння знань.

Курс “Розробка та аналіз алгоритмів” на Prometheus найбільш наближений до теми нормативної дисципліни “Алгоритми та структура даних”, яка вивчається на першому курсі майбутніми інженерами-програмістами. Курс на Prometheus розрахований на шість тижнів навчання по 6-8 годин. Пропонується вивчення двох тем на тиждень, тема складається з двох лекцій у вигляді презентацій (рис. 1).

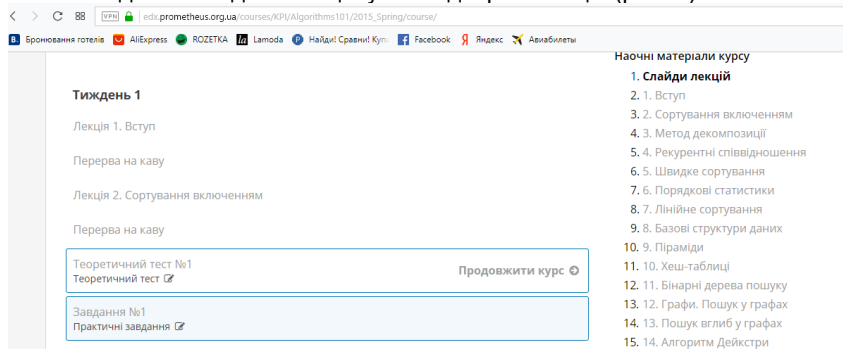


Рис. 1. Структура навантаження на тиждень

Для закріплення та перевірки знань передбачено тестові та практичні завдання. Для визначення правильності рішення практичних завдань їх зберігають та надсилають (Рис. 2).

Тестове завдання №2

3.0 мовливих бала (оцінено)

Нижче наведені різні приклади функцій $f(n)$. Необхідно вказати приналежність цих функцій до класів складності. Зверніть увагу, що одна функція може належати кільком класам складності одночасно. В завданні нижче вираз $f(n) \in X$ означає, що функція $f(n)$ належить класу X

$f(n) = 4n^2 - 300n + 12$

$f(n) \in O(n^2)$

$f(n) \in O(n^3)$

$f(n) \in \Omega(n^2)$

$f(n) \in \Omega(n^3)$

Завдання №1

Додати цю сторінку до закладок

Будь ласка, зверніть увагу! Це завдання на оцінку, яка буде враховуватися для отримання сертифікату.

Для виконання кожного практичного завдання у вас є тільки 5 спроб! Зарезервовано буде оцінка за крайню спробу.

Постановка задачі

Розглянемо метод Карацуби множення двох цілих чисел, який було розглянуто в першій лекції цього тижня.

Нагадаємо в чому полягає основна ідея методу. Нехай, в нас є два числа X та Y , які мають розрядність n , кожне з яких ми можемо розбити навпіл і отримати пари чисел a, b та c, d відповідно, кожне з яких буде мати розрядність $n/2$. В такому випадку можна записати: $X = 10^{n/2}a + b$ та $Y = 10^{n/2}c + d$.

Тоді добуток $X \cdot Y = 10^n ac + 10^{n/2}(ad + bc) + bd$.

Основна специфіка методу полягає в тому, щоб обрахувати не чотири менші добутки ac, ad, bc, bd , а три - $ac, bd, (a + b)(c + d)$, де добуток $(a + b)(c + d)$ використовується для обрахунку $ad + bc$ із використанням вже обрахованих сум $ac, bd, ad + bc = (a + b)(c + d) - ac - bd$.

Окрім того, що сам метод Карацуби працює швидше за стандартний метод множення в стовпчик, його можна успішно застосовувати для множення чисел у завданні з, так званою, довгою арифметикою, коли розрядність чисел може сягати 100 і більше.

Наприклад, при розрядності чисел 50:

$X = 216236956889858125310188636840316594920403182768$
 $Y = 13306827740879180856696800391510469038934180115260$
 $X \cdot Y = 2877694073088464097031015105982625948257596241915584289131190955687867000042352112967781085839960$

Зверніть увагу, мова не йде про використання чисел з плаваючою комою, адже в такому випадку були би втрати в точності отриманого результату.

Рис. 2. Приклад домашніх завданні з он-лайн курсу “Розробка та аналіз алгоритмів” на Prometheus

Вивчення і практичне використання в процесі програмування фундаментальних алгоритмів і структур даних дозволяє сформувати необхідні професійні якості і навички в студентів комп'ютерних спеціальностей, а саме: об'єктне мислення, концептуальність у мисленні, об'єктний стиль програмування, а також володіння різними методиками програмування, проєктування і розробки програмних продуктів.

Висновки. На теперішній час масові відкриті он-лайн курси не можуть повністю замінити звичайні методи вивчення дисциплін у закладах вищої освіти. В основному МООС краще використовувати як додаткові навчальні ресурси для студентів і викладачів. Упровадження цих курсів як альтернативи або доповнення окремих частин навчального матеріалу має певні перспективи. Практика показує, що актуальна тематика курсів і автентичність матеріалу важливі для мотивації

освітнього процесу. Вбудовані аудіо і відеоматеріали, наявність глосарію, форуми полегшують роботу над курсом. Тестові завдання, які студенти виконують разом з тисячами учнів зі всього світу, – додатковий виклик для їх мотивування. Доступність навчального матеріалу в режимі он-лайн дозволяє кожному самостійно вибирати час виконання завдань курсу, їх обсяг, швидкість проходження курсу. Це дозволяє урізноманітнити процес навчання, поглибити знання з дисципліни та розглянути практичну реалізацію алгоритмів. Використання MOOC Prometheus та курс “Розробка та аналіз алгоритмів” як додаткового ресурсу в процесі вивчення дисципліни “Алгоритми та структура даних” у професійній підготовці майбутніх інженерів-програмістів допоможе сформувати такі компетенції, як: знання та уміння використовувати основні алгоритми та структури даних, базові поняття теорії алгоритмів, питання обчислювальності, розв’язування та нерозв’язування масових проблем, поняття часової та просторової складності алгоритмів при розв’язанні обчислювальних задач.

Література

- 1.Sandeen C. Assessment's Place in the New MOOC World / C. Sandeen // Research & Practice in Assessment. – 2013. – V. 8. – P. 5-12
2. Бацуровська І.В. Історія розвитку масових відкритих онлайн курсів в освіті / І.В. Бацуровська, А.М. Джаландінова // Актуальні проблеми державного управління, педагогіки та психології. – 2015. – Вип. 1. – С. 63-66.
- 3.Sandeen C. Assessment's Place in the New MOOC World // Research & Practice in Assessment. 2013. V. 8. P. 5–12.
- 4.Downes, Stephen "Connectivism' and Connective Knowledge", Huffpost Education.
- 5.Kop, Rita "The challenges to connectivist learning on open online networks: Learning experiences during a massive open online course", International Review of Research in Open and Distance Learning, Volume 12, Number 3, 2011.
- 6.AIDahdouh Alaa A. Planning To Design MOOC? Think First! / Alaa A.AIDahdouh, Antonio J. Osorio // The Online Journal of Distance Education and e-Learning. – 2016. – Volume 4, Issue 2. – P. 47-57
- 7.Специализация Data Structures and Algorithms [Електронний ресурс]. – Комп'ютерні науки Режим доступу: <https://www.coursera.org/specializations/data-structures-algorithms>
- 8.Algorithms [Електронний ресурс]. – Комп'ютерні науки Режим доступу: <https://www.edx.org/course/algorithms>
- 9.Розробка та аналіз алгоритмів [Електронний ресурс]. – Комп'ютерні науки Режим доступу: https://edx.prometheus.org.ua/courses/KPI/Algorithms101/2015_Spring/about

References

- 1.Sandeen C. Assessment's Place in the New MOOC World / C. Sandeen // Research & Practice in Assessment. – 2013. – V. 8. – P. 5-12
- 2.Batsurovska I.V. (2015) Istoriia rozvytku masovykh vidkrytykh onlain kursiv v osviti [Actual problems of public administration, pedagogy and psychology], 2015(1), 63-66 [in Ukrainian].
- 3.Sandeen C. Assessment's Place in the New MOOC World // Research & Practice in Assessment. 2013. V. 8. P. 5–12.
- 4.Downes, Stephen "Connectivism' and Connective Knowledge", Huffpost

Education.

5. Kop, Rita "The challenges to connectivist learning on open online networks: Learning experiences during a massive open online course", International Review of Research in Open and Distance Learning, Volume 12, Number 3, 2011.

6. AIDahdouh Alaa A. Planning To Design MOOC? Think First! / Alaa A. AIDahdouh, Antonio J. Osorio // The Online Journal of Distance Education and e-Learning. – 2016. – Volume 4, Issue 2. – P. 47-57

7. MOOC Specialization Data Structures and Algorithms [Electronic resource]. – Computer Science Mode of access.- <https://www.coursera.org/specializations/data-structures-algorithms>

8. MOOC "Algorithms" [Electronic resource]. Computer Science Mode of access.- <https://www.edx.org/course/algorithms>

9. MOOC "Development and analysis of algorithms" [Electronic resource]. Computer Science Mode of access.- https://edx.prometheus.org.ua/courses/KPI/Algorithms101/2015_Spring/about

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена аналізу потенціалу використання масових відкритих он-лайн курсів при вивченні дисципліни "Алгоритми і структури даних" у процесі підготовки інженерів-програмістів та інженерів-викладачів за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки" та 015.10 Професійна освіта (комп'ютерні технології) в закладах вищої освіти. Порівняно масові відкриті он-лайн курси з вивчення алгоритмів, зокрема, Codecademy спеціалізація "Структури даних і алгоритмів", курс EdX "Алгоритми" та курс Prometheus "Розробка і аналіз алгоритмів". Обговорюються дидактичні можливості використання MOOC Prometheus "Розробка і аналіз алгоритмів" у процесі вивчення дисципліни "Алгоритми і структури даних" як додаткового матеріалу.

Використання MOOC як додаткового ресурсу Prometheus та курсу "Розробка та аналіз алгоритмів" у процесі вивчення дисципліни "Алгоритми і структура даних" у підготовці майбутніх програмістів-інженерів допоможе сформуванню таких компетенцій, як: знання та вміння використовувати основні алгоритми і структури даних, основні поняття теоретичних алгоритмів, обчислювальні питання, розв'язуваність і нерозв'язуваність масових проблем, поняття часової та просторової складності алгоритмів у вирішенні обчислювальних задач.

Зроблено висновок щодо використання масових відкритих он-лайн курсів з дисципліни "Алгоритми та структура даних". Нині краще використовувати MOOC як додаткові навчальні ресурси для студентів та викладачів. Упровадження цих курсів як альтернатива або доповнення до окремих частин навчального матеріалу має певні перспективи. Це дозволить диверсифікувати навчальний процес, поглибити знання дисципліни і розглянути практичну реалізацію алгоритмів.

Ключові слова. *Масовий відкритий он-лайн курс, інженери-програмісти, алгоритми і структура даних, ресурс, алгоритми на графіках, структура даних, алгоритми.*