

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

«___» _____ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПОШУКОВО-АНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ
для студентів**

| | |
|------------------|---|
| галузь знань | 12 Інформаційні технології |
| спеціальність | 121 Інженерія програмного забезпечення |
| освітній рівень | магістр |
| освітня програма | Програмне забезпечення систем |
| спеціалізація | Інтелектуальні програмні системи |
| вид дисципліни | вибіркова |

| | |
|--|-------------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2021/2022 |
| Семестр | 4 |
| Кількість кредитів ECTS | 5 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |

Викладач: **к. ф.-м. н., асистент Терлецький Д.О.** (лекції).

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.

Розробник: Терлецький Дмитро Олександрович, кандидат фізико-математичних наук,
асистент кафедри інтелектуальних програмних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри інтелектуальних програмних систем

_____ О.І. Провотар

Протокол № __ від «__» _____2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова науково-методичної комісії _____ Л.Л. Омельчук

«__» _____ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова вченої ради факультету _____ А.В. Анісімов

1. Мета дисципліни – вивчення основних класів та загальної архітектури пошуково-аналітичних систем, моделей інформаційного пошуку, методів пошуку та аналізу текстової та мультимедійної інформації, основних етапів інформаційного пошуку, оволодіння сучасними методами проектування та розробки спеціалізованих пошуково-аналітичних систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни. Для успішного вивчення дисципліни «Пошуково-аналітичні системи» студенти повинні відповідати наступним вимогам:

1. Успішне опанування курсів:

1. Розробка WEB-орієнтованих систем.
2. Теорія ймовірностей, імовірнісні процеси і математична статистика.
3. Аналіз даних.
4. Організація баз даних та знань.
5. Об'єктно-орієнтоване програмування.
6. Основи побудови компіляторів.
7. Інформаційні системи.
8. Системи штучного інтелекту.
9. Програмна інженерія.
10. Актуальні проблеми об'єктно-орієнтованого програмування.
11. Рекомендаційні системи.
12. Системи на основі знань.
13. Системи обробки природної мови.

2. Знання:

1. Основних концепцій процедурного та об'єктно-орієнтованого програмування.
2. Основ WEB-програмування.
3. Основ програмування мовами JavaScript, Java та Python.
4. Основ проектування реляційних баз даних.
5. Основ мови структурних запитів SQL.
6. Основні методології управління програмними проектами.

3. Вміння:

1. Програмувати у процедурному та об'єктно-орієнтованому стилях.
2. Програмувати мовами JavaScript, Java та Python.
3. Формувати запити до реляційних баз даних на мові SQL.
4. Проектувати та розробляти програмне забезпечення в складі команди розробників.
5. Супроводжувати програмні проекти в рамках системи управління програмними проектами.

4. Володіння:

1. Базовими навичками використання інтегрованих середовищ розробки програмного забезпечення CLion/ WebStorm/ IntelliJ IDEA/ Eclipse/ NetBeans/ Microsoft Visual Studio/ Microsoft Visual Studio Code.
2. Базовими навичками використання систем контролю версій: Git/SVN.
3. Базовими навичками використання систем управління програмними проектами.
4. Англійською мовою на рівні не нижче Upper Intermediate.

3. Анотація навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «Пошуково-аналітичні системи» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти у галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення в рамках освітньо-наукової програми «Програмне забезпечення систем».

Дана дисципліна належить до переліку дисциплін вільного вибору студента, спеціалізація «Інтелектуальні програмні системи». Викладається у 2 семестрі в **обсязі – 150 год., (5 кредитів ECTS)** зокрема: лекції – 34 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 114 год. У курсі передбачено 2 змістовні частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **іспитом**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

Знати:

1. Основні моделі інформаційного пошуку.
2. Основні методи пошуку та налізу текстової та мультимедійної інформації.
3. Загальну архітектуру пошуково-аналітичних систем.
4. Основні етапи інформаційного пошуку.
5. Основні класи пошуково-аналітичних систем.
6. Основні методи проектування та розробки пошуково-аналітичних систем.

Вміти:

1. Розробляти, аналізувати та оцінювати моделі і алгоритми інформаційного пошуку.
2. Проектувати та розробляти спеціалізовані пошуково-аналітичні системи різних типів.

Дисципліна «Пошуково-аналітичні системи» є логічним продовженням, доповненням та розширенням дисциплін «Нечіткі логіки», «Актуальні проблеми об'єктно-орієнтованого програмування», «Системи на основі знань», «Системи обробки природної мови» та «Рекомендаційні системи» другого (магістерського) рівня вищої освіти у галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення, в рамках освітньо-наукової програми «Програмне забезпечення систем».

4. Завдання (навчальні цілі). Основними завданнями дисципліни «Пошуково-аналітичні системи» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в області пошуково-аналітичних систем відповідно до освітньої кваліфікації магістр з інженерії програмного забезпечення за спеціалізацію «Інтелектуальні програмні системи». Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01).
- Здатність проведення теоретичних та прикладних досліджень на відповідному рівні (ЗК03).
- Здатність удосконалювати свої навички на основі аналізу попереднього досвіду (ЗК06).
- Здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати вимоги до програмного забезпечення (СК01).
- Здатність проектувати програмне забезпечення, включаючи проведення моделювання його архітектури, поведінки та процесів функціонування окремих підсистем і модулів (СК03).
- Вміння планувати і проводити наукові дослідження, готувати результати наукових робіт з інженерії програмного забезпечення до оприлюднення (СК09).
- Здатність проводити структурний, лексичний, семантичний та концептуальний аналіз предметних областей (СК11.2).
- Здатність розробляти та аналізувати математичні моделі інтелектуальних процесів пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК12.2).
- Здатність розробляти, аналізувати та реалізовувати алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК13.2).
- Здатність використовувати сучасні програмні системи та інформаційні технології для

проектування та розробки інтелектуальних програмних систем (СК14.2).

- Здатність проектувати та розробляти спеціалізовані, автономні, розподілені інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК15.2).

5. Результати навчання за дисципліною.

| Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) | | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності) | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|--|---|---|--|--|
| Код | Результат навчання | | | |
| PH1.1 | Знати основні булеві моделі та алгоритми інформаційного пошуку. | Лекції, самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури. | Контрольна робота № 1. | 5% |
| PH1.2 | Знати основні векторно-просторові моделі та алгоритми інформаційного пошуку. | | | 5% |
| PH1.3 | Знати основні ймовірнісні моделі та алгоритми інформаційного пошуку. | | | 5% |
| PH1.4 | Знати основні нечіткі моделі та алгоритми інформаційного пошуку. | | | 5% |
| PH1.5 | Знати основні методи та алгоритми пошуку та аналізу текстової та мультимедійної інформації. | | | 7% |
| PH1.6 | Знати загальну архітектуру пошуково-аналітичних систем. | | Контрольна робота № 2. | 3% |
| PH1.7 | Знати основні етапи інформаційного пошуку. | | | 10% |
| PH1.8 | Знати загальну архітектуру, різновиди та призначення Web-пошукових систем. | | | 4% |
| PH1.9 | Знати загальну архітектуру, різновиди та призначення корпоративних пошукових систем. | | | 4% |
| PH1.10 | Знати загальну архітектуру, різновиди та призначення бібліотечних пошукових систем. | | | 4% |
| PH2.1 | Вміти проектувати та розробляти булеві моделі | Виконання групового програмного проекту, | Контрольна робота № 1, задача | 6% |

| | | | | |
|-------|---|---|---|----|
| | інформаційного пошуку. | самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури. | групового програмного проекту. | |
| PH2.2 | Вміти проектувати та розробляти векторно-просторові моделі інформаційного пошуку. | | | 6% |
| PH2.3 | Вміти проектувати та розробляти ймовірнісні моделі інформаційного пошуку. | | | 6% |
| PH2.4 | Вміти проектувати та розробляти нечіткі моделі інформаційного пошуку. | | 6% | |
| PH2.5 | Вміти проектувати та розробляти Web-пошукові системи. | | Контрольна робота № 2, здача групового програмного проекту. | 6% |
| PH2.6 | Вміти проектувати та розробляти корпоративні пошукові системи. | | | 6% |
| PH2.7 | Вміти проектувати та розробляти бібліотечні пошукові системи. | | | 6% |
| PH3.1 | Консультуватися з викладачем стосовно питань що виникають у ході опанування теоретичного матеріалу. | Лекції, консультації, самостійна робота. | | 1% |
| PH3.2 | Обговорювати з колегами та викладачем проблемі питання що виникають у ході виконання групового програмного проекту. | | | 1% |
| PH4.1 | Закріплення та поглиблення набутих на лекціях теоретичних знань щодо проектування та розробки пошуково-аналітичних систем. | Самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури. | Здача групового програмного проекту. | 2% |
| PH4.2 | Закріплення та поглиблення набутих під час виконання групового програмного проекту практичних навичок проектування та розробки пошуково-аналітичних систем. | | | 2% |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

| Результати навчання дисципліни | РН1.1 | РН1.2 | РН1.3 | РН1.4 | РН1.5 | РН1.6 | РН1.7 | РН1.8 | РН1.9 | РН1.10 | РН2.1 | РН2.2 | РН2.3 | РН2.4 | РН2.5 | РН2.6 | РН2.7 | РН3.1 | РН3.2 | РН4.1 | РН4.2 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Програмні результати навчання | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПРН01. Знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення. | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПРН03. Знати і застосовувати базові концепції і методології моделювання інформаційних процесів. | | | | | | | + | | | | + | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПРН06. Аналізувати, оцінювати і обирати методи, сучасні програмно-апаратні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні та програмні рішення для ефективного виконання конкретних виробничих задач з програмної інженерії. | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| ПРН07. Обґрунтовано обирати парадигми і мови програмування для вирішення прикладних завдань; застосовувати на практиці системні та спеціалізовані засоби, компонентні технології (платформи) та інтегровані середовища розробки програмного забезпечення. | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ПРН08. Проводити аналітичне дослідження параметрів функціонування програмних систем для їх валідації та верифікації, а також проводити аналіз обраних методів, засобів автоматизованого проектування та реалізації програмного забезпечення. | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | | | | |
| ПРН12. Формулювати, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розробки програмного забезпечення конкурентоспроможні ідеї, методи, технології вирішення професійних, науково-технічних завдань в умовах невизначеності. | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | | | + | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|---|
| ПРН14. Пояснити, аналізувати, цілеспрямовано шукати і обирати необхідні для вирішення фахових наукових і прикладних задач інформаційно-довідкові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| ПРН15.2. Знати основні методи структурного, лексичного, семантичного та концептуального аналізу предметних областей. | | | | | | | | + | | | | + | + | + | + | + | + | | | | | |
| ПРН17.2. Знати основні математичні моделі інтелектуальних процесів пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації. | + | + | + | + | + | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| ПРН18.2. Знати основні алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації. | + | + | + | + | + | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| ПРН19.2. Вміти проводити структурний, лексичний, семантичний та концептуальний аналіз предметних областей. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПРН20.2. Вміти розробляти, аналізувати та реалізовувати алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПРН22.2. Вміти проектувати та розробляти спеціалізовані інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПРН23.2. Вміти проектувати та розробляти автономні розподілені інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | + | + |

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів.

Семестрове оцінювання. Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентами протягом семестру, становить **60/36 балів** за яких:

1. Контрольна робота №1: РН1.1 – РН1.5, РН2.1 – РН2.4 – **15/9 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН1.6 – РН1.10, РН2.5 – РН2.7 – **15/9 балів**.
3. Самостійна робота (груповий програмний проект): РН2.1 – РН2.7 – **30/18 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- Максимальна/мінімально-необхідна кількість балів які можуть бути отримані студентами на іспиті: **40 балів/24 бали**.
- Результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1 – РН1.10, РН2.1 – РН2.7.
- Форма проведення іспиту: письмова.
- Види завдань: 5 письмових завдань (2 теоретичних питання та 3 практичних завдання).

Студенти які під час семестру набрали менше ніж 36 (тридцять шість) балів **будуть не недопущені до іспиту**.

Критерії оцінювання на іспиті.

| Завдання | Тема завдання | Максимальний відсоток від 40 балів | Всього відсотків |
|------------|---|------------------------------------|------------------|
| Завдання 1 | Питання по теоретичному матеріалу курсу | 15% | 15% |
| Завдання 2 | | 15% | 15% |
| Завдання 3 | Практичне завдання на основі теоретичного матеріалу курсу | 15% | 15% |
| Завдання 4 | | 25% | 25% |
| Завдання 5 | | 30% | 30% |
| | | | 100% |

7.2 Організація оцінювання.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота № 1: до 2 тижня семестру.
2. Контрольна робота № 2: до 4 тижня семестру.
3. Самостійна робота (груповий програмний проект): до 4 тижня семестру.

У випадку отримання незадовільної оцінки (менше 50% від встановленого максимуму) за контрольну роботу, студенти мають право на одне перескладання цієї роботи у визначений викладачем термін із можливістю отримати не більше 80% балів від встановленої для неї максимальної кількості балів.

У випадку відсутності студентів з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

У випадку встановлення фактів порушення студентами академічної доброчесності передбачених пунктом 9.8.2 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» що діє від 07.05.2018, вони будуть притягнуті до відповідальності передбаченої пунктом 9.8.3 цього положення.

7.3 Шкала відповідності оцінок.

| | |
|-----------------------------|--------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
|-----------------------------|--------|

| | |
|---------------------------|-------|
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно / Fail | 0-59 |

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій.

| № лекції | Назва лекції | Кількість годин | |
|--|---|-----------------|-------------------|
| | | Лекції | Самостійна робота |
| Частина 1. Задачі, моделі та алгоритми інформаційного пошуку. | | | |
| 1 | Вступ до курсу. Мета курсу. Зв'язок з іншими курсами. Структура курсу. Рекомендована література. Вимоги до студентів. Форми контролю. Тема 1. Задачі та моделі інформаційного пошуку. | 2 | 4 |
| 2 | Тема 2. Булеві моделі інформаційного пошуку. | 2 | 6 |
| 3 | Тема 3. Векторно-просторові моделі інформаційного пошуку. | 2 | 6 |
| 4 | Тема 4. Ймовірнісні моделі інформаційного пошуку. | 2 | 6 |
| 5 | Тема 5. Нечіткі моделі інформаційного пошуку. | 2 | 6 |
| 6 | Тема 6. Пошук та аналіз текстової інформації. Формати представлення текстової інформації. | 2 | 9 |
| 7 | Тема 7. Пошук та аналіз мультимедійної інформації: зображення, аудіо та відео. | 2 | 9 |
| Контрольна робота 1 | | | 2 |
| Всього по частині 1 | | 14 | 48 |
| Частина 2. Пошуково-аналітичні системи. | | | |
| 8 – 11 | Тема 8. Архітектура пошуково-аналітичних систем. Краулінг та скрапінг. Лексичний аналіз. Категоризація та фільтрація. Індексування. Ранжування. Формування відповіді. | 8 | 22 |
| 12 – 13 | Тема 9. Web-пошукові системи. Архітектура, різновиди та призначення. | 4 | 14 |
| 14 – 15 | Тема 10. Корпоративні пошукові системи. Архітектура, різновиди та призначення. | 4 | 14 |
| 16 – 17 | Тема 11. Бібліотечні системи. Архітектура, різновиди та призначення. | 4 | 14 |
| Контрольна робота 2 | | | 2 |
| Всього по частині 2 | | 20 | 66 |
| Консультація | | 2 | |
| ВСЬОГО | | 34 | 114 |

Загальний обсяг – **150** год., в тому числі:

Лекцій – **34** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота – **114** год.

Перелік питань для підготовки до іспиту.

1. Булеві моделі інформаційного пошуку.
2. Векторно-просторові моделі інформаційного пошуку.

3. Ймовірнісні моделі інформаційного пошуку.
4. Нечіткі моделі інформаційного пошуку.
5. Методи пошуку та налізу текстової інформації.
6. Методи пошуку та аналізу графічного інформації.
7. Методи пошуку та аналізу аудіо інформації.
8. Методи пошуку та аналізу відео інформації.
9. Загальна архітектура пошуково-аналітичних систем.
10. Методи краулінгу та скрапінгу інформації.
11. Методи лексичного налізу текстової інформації.
12. Методи категоризації та фільтрації результатів інформаційного пошуку.
13. Методи індексування результатів інформаційного пошуку.
14. Методи ранжування результатів інформаційного пошуку.
15. Методи формування відповідей на інформаційно-пошукові запити.
16. Архітектура, різновиди та призначення Web-пошукових систем.
17. Архітектура, різновиди та призначення корпоративних пошукових систем.
18. Архітектура, різновиди та призначення бібліотечних пошукових систем.

Груповий програмний проект: командне проектування та розробка спеціалізованої пошуково-аналітичної системи.

9. Рекомендовані джерела.

Основні:

1. C. Zhai, S. Massung: Text Data Management and Analysis: A Practical Introduction to Information Retrieval and Text Mining, ACM Books #12 – Association for Computing Machinery, 2016.
2. S. Ceri, A. Bozzon, M. Brambilla, E. Della Valle, P. Fraternali, S. Quarteroni: Web Information Retrieval, Data-Centric Systems and Applications – Springer, 2013.
3. R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology Behind Search, 2nd ed. – Addison-Wesley Professional, 2011.
4. G. Kowalski: Information Retrieval Architecture and Algorithms – Springer, 2011.
5. S. Buttcher, C.L.A. Clarke, G.V. Cormack: Information Retrieval: Implementing and Evaluating Search Engines – The MIT Press, 2010.
6. W.B. Croft, D. Metzler, T. Strohman: Search Engines: Information Retrieval in Practice – Pearson Education, Inc., 2009.
7. S. Miyamoto: Fuzzy Sets in Information Retrieval and Cluster Analysis – Springer, 1990.

Додаткові:

1. D. Smiley, E. Pugh, K. Parisa, M. Mitchell: Apache Solr Enterprise Search Server, 3rd ed. – Packt Publishing, 2015.
2. D. Shahi: Apache Solr: A Practical Approach to Enterprise Search – Apress, 2015.
3. A. Gazzarini: Apache Solr Essentials – Packt Publishing, 2015.
4. J. Kumar: Apache Solr Search Patterns – Packt Publishing, 2015.

5. S. Mohan: Apache Solr High Performance – Packt Publishing, 2014.
6. R. Kuc: Apache Solr 4 Cookbook – Packt Publishing, 2013.
7. A. Serafini: Apache Solr Beginner’s Guide – Packt Publishing, 2013.
8. Z. Laliwala, A. Shaikh: Web Crawling and Data Mining with Apache Nutch – Packt Publishing, 2013.
9. W. McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython, 2nd ed. – O’reilly Media, Inc., 2017.
10. Phuong Vo.T.H, M. Czygan, A. Kumar, K. Raman: Python: Data Analytics and Visualization – Packt Publishing, 2017.
11. I. Idris: Python Data Analysis Cookbook – Packt Publishing, 2016.
12. M. Heydt: Learning pandas – Packt Publishing, 2015.
13. F. Anthony: Mastering pandas – Packt Publishing, 2015.

10. Електронні ресурси.

1. Apache Solr (<https://lucene.apache.org/solr/>)
2. Apache Nutch (<http://nutch.apache.org/>)
3. Python Data Analysis Library Pandas (<https://pandas.pydata.org>)
4. Matplotlib: Python Plotting (<https://matplotlib.org/>)