

**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  
СИСТЕМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ  
МОВИ  
для студентів**

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

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2021/2022</b>
Семестр	<b>3</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>4</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

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

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 математичних моделей, методів та алгоритмів лексичного, морфологічного, синтаксичного, семантичного аналізу та моделювання природної мови, оволодіння сучасними методами проектування та розробки систем автоматичної обробки природних мов.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.** Для успішного вивчення дисципліни «Системи обробки природної мови» 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. Об'єктно-орієнтоване програмування.
  5. Основи побудови компіляторів.
  6. Інформаційні системи.
  7. Системи штучного інтелекту.
  8. Програмна інженерія.
  9. Актуальні проблеми об'єктно-орієнтованого програмування.
  10. Прикладне застосування нейронних мереж.
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 «Системи обробки природної мови» 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 **3 семестрі в обсязі – 120 год., (4 кредитів ECTS)** зокрема: лекції – 18 год., лабораторні заняття – 20 год.,

консультації – 2 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 1 змістовна частина, 1 контрольна робота та 1 лабораторна робота. Завершується дисципліна – **іспитом**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

**Знати:**

1. Основні математичні моделі природної мови.
2. Основні етапи та алгоритми лексичного аналізу природної мови.
3. Основні етапи та алгоритми морфологічного аналізу природної мови.
4. Основні етапи та алгоритми синтаксичного аналізу природної мови.
5. Основні етапи та алгоритми семантичного аналізу природної мови.
6. Основні моделі та алгоритми моделювання природної мови.
7. Основні методи проектування та розробки систем автоматичної обробки природної мови.

**Вміти:**

1. Розробляти, аналізувати та оцінювати алгоритми обробки природної мови.
2. Проектувати та розробляти спеціалізовані системи автоматичної обробки природної мови.

Дисципліна «Пошуково-аналітичні системи» є базовою для дисципліни «Пошуково-аналітичні 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 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 застосування контекстно-вільних граматик та скінченних автоматів в задачах автоматичної обробки природної мови.	Лекції, самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури, підготовка реферату за темами лекцій.	Контрольна робота, здача реферату за темами лекцій, іспит.	3%
PH1.2	Знати етапи та основні алгоритми лексичного аналізу текстів та їх особливості.			5%
PH1.3	Знати основні етапи, методи та алгоритми лематизації, морфологічної сегментації та стеммінгу слів.			5%
PH1.4	Знати основні етапи, методи та алгоритми сегментації речень та виділення частин мови в реченнях.			5%
PH1.5	Знати етапи та основні алгоритми синтаксичного аналізу текстів та їх особливості.			5%
PH1.6	Знати основні типи синтаксичних аналізаторів та алгоритми побудови синтаксичних дерев.			5%
PH1.7	Знати етапи та алгоритми семантичного аналізу текстів та їх особливості.			5%
PH1.8	Знати етапи та основні алгоритми семантичного аналізу лексем та дистрибутивного семантичного аналізу.			5%
PH1.9	Знати основні підходи до моделювання природних мов та їх особливості.			5%
PH1.10	Знати основні етапи та алгоритми побудови та обробки словників, корпусів текстів та N-грам.			5%
PH2.1	Вміти застосовувати контекстно-вільні граматики та скінченні автомати для вирішення задач автоматичної обробки природної мови.	Виконання лабораторної роботи, самостійна робота,	Контрольна робота, здача лабораторної роботи, іспит.	3%

PH2.2	Вміти проектувати та розробляти лексичні аналізатори природної мови.	опрацювання рекомендованої літератури.		6%
PH2.3	Вміти проектувати та розробляти модулі лематизації, морфологічної сегментації та стеммінгу слів для систем автоматичної обробки природної мови.			5%
PH2.4	Вміти проектувати та розробляти модулі сегментації речень та виділення частин мови в реченнях для систем автоматичної обробки природної мови.			5%
PH2.5	Вміти проектувати та розробляти синтаксичні аналізатори природної мови.			6%
PH2.6	Вміти проектувати семантичні аналізатори природної мови.			6%
PH2.7	Вміти проектувати та розробляти модулі семантичного аналізу лексем та дистрибутивного семантичного аналізу для систем автоматичної обробки природної мови.			6%
PH2.8	Вміти проектувати та розробляти модулі побудови та обробки словників, корпусів текстів та N-грам для систем автоматичної обробки природної мови.			5%
PH3.1	Консультуватися з викладачем стосовно питань що виникають у ході опанування теоретичного матеріалу та підготовки реферату за темами лекцій.			Лекції, консультації, самостійна робота.
PH3.2	Обговорювати з колегами та викладачем проблемі питання що виникають у ході виконання лабораторної роботи.	2%		
PH4.1	Закріплення та поглиблення набутих на лекціях теоретичних знань щодо проектування та розробки систем обробки природної мови.	Самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури, підготовка реферату за темами лекцій.		3%
PH4.2	Закріплення та поглиблення набутих під час виконання групового програмного проекту практичних навичок проектування та розробки систем обробки природної мови.			3%

**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	РН2.8	РН3.1	РН3.2	РН4.1	РН4.2
	Програмні результати навчання																					
<b>ПРН01.</b> Знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення.	+										+	+	+	+	+	+	+	+				
<b>ПРН03.</b> Знати і застосовувати базові концепції і методології моделювання інформаційних процесів.	+										+	+	+	+	+	+	+	+				
<b>ПРН06.</b> 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.												+	+	+	+	+	+	+			+	+
<b>ПРН07.</b> 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.												+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>ПРН12.</b> 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.												+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<b>ПРН14.</b> 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.												+	+	+	+	+	+	+		+		+

<b>ПРН15.2.</b> Знати основні методи структурного, лексичного, семантичного та концептуального аналізу предметних областей.		+	+	+	+	+	+	+	+	+										+	+		
<b>ПРН17.2.</b> Знати основні математичні моделі інтелектуальних процесів пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.	+									+	+										+	+	
<b>ПРН18.2.</b> Знати основні алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											+	+	
<b>ПРН19.2.</b> Вміти проводити структурний, лексичний, семантичний та концептуальний аналіз предметних областей.													+	+	+	+	+	+	+				+
<b>ПРН20.2.</b> Вміти розробляти, аналізувати та реалізовувати алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.													+	+	+	+	+	+	+				+
<b>ПРН22.2.</b> Вміти проектувати та розробляти спеціалізовані інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.													+	+	+	+	+	+	+				+



## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів.

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

1. Контрольна робота: РН1.1 – РН1.10, РН2.1 – РН2.8 – **15/9 балів**.
2. Підготовка реферату (за темами лекційних занять): РН1.1 – РН1.10 – **15/9 балів**.
3. Лабораторна робота (груповий програмний проект): РН2.1 – РН2.8, РН3.1, РН3.2, РН4.1, РН4.2 – **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 – РН2.8.
- Форма проведення іспиту: письмова робота.
- Види завдань: 5 письмових завдань (2 теоретичних питання та 3 практичних завдання).

**Студенти** які під час семестру набрали менше ніж 36 (тридцять шість) балів та не задали виконану лабораторну роботу **можуть бути 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%
			<b>100%</b>

### 7.2 Організація оцінювання.

#### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота: до 13 тижня семестру.
2. Підготовка реферату (за темами лекційних занять): до 12 тижня семестру.
3. Лабораторна робота (груповий програмний проект): до 14 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.

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та лабораторних занять.

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
1	Вступ до курсу. Мета курсу. Зв'язок з іншими курсами. Структура курсу. Рекомендована література. Необхідний інструментарій. Лабораторні роботи. Вимоги до студентів. Форми контролю.	2		6
	<b>Тема 1.</b> Формальні граматики. Класифікація та призначення. Контекстно-вільні граматики. Скінченні автомати: акцептори та трансдуктори.			
2	<b>Тема 2.</b> Лексичний аналіз текстів. Лематизація. Морфологічна сегментація. Стеммінг.	2	4	12
3	<b>Тема 3.</b> Сегментація речень. Аналіз та виділення частин мови в реченнях.	2	4	12
4	<b>Тема 4.</b> Синтаксичний аналіз текстів. Побудова синтаксичних дерев.	4	4	14
5				
6	<b>Тема 5.</b> Семантичний аналіз текстів. Лексична та дистрибутивна семантика.	4	4	17
7				
8	<b>Тема 7.</b> Моделювання природної мови. Словники. Корпуси текстів. N-грами.	4	4	17
9				
Контрольна робота				2
Консультація		2		
<b>ВСЬОГО</b>		<b>18</b>	<b>20</b>	<b>80</b>

Загальний обсяг – **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18** год.

Лабораторні заняття – **20** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота – **80** год.

## Перелік питань для підготовки до іспиту.

1. Поняття формальної граматики. Типи формальних граматик.
2. Контекстно-вільні граматики та їх застосування.
3. Скінченні автомати та аналіз формальних граматик.
4. Лексичний аналіз текстів. Основні етапи та особливості.
5. Лематизація. Основні підходи та алгоритми.
6. Морфологічна сегментація. Основні підходи та алгоритми.
7. Стеммінг. Основні підходи та алгоритми.
8. Сегментація речень. Основні підходи та алгоритми.
9. Виділення частин мови в реченнях. Основні підходи та алгоритми.
10. Синтаксичний аналіз текстів. Основні етапи та особливості.
11. Типи синтаксичних аналізаторів. Основні особливості.
12. Алгоритми побудови синтаксичних дерев.
13. Семантичний аналіз текстів. Основні етапи та особливості.
14. Семантичний аналіз лексем. Основні підходи та алгоритми.
15. Алгоритми семантичного аналізу лексем.
16. Дистрибутивний семантичний аналіз. Основні етапи та особливості.
17. Алгоритми дистрибутивного семантичного аналізу.
18. Основні підходи до моделювання природних мов.
19. Мовні словники. Особливості та застосування.
20. Алгоритми побудови та налізу словників.
21. Корпуси текстів. Особливості та застосування.
22. Алгоритми побудови та аналізу корпусів текстів.
23. N-грами. Особливості та застосування.
24. Алгоритми побудови та аналізу N-грам.

## 9. Рекомендовані джерела.

### Основні:

1. R. Hausser: Foundations of Computational Linguistics: Human-Computer Communication in Natural Language, 3<sup>rd</sup> ed. // Springer, 2014.
2. D. Jurafsky, J.H. Martin: Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, 2<sup>nd</sup> ed. // Prentice Hall, 2008.
3. J. Eisenstein: Natural Language Processing. // The MIT Press, 2018.
4. C. Barriere: Natural Language Understanding in a Semantic Web Context. // Springer, 2016.
5. P.M. Nugues: Language Processing with Perl and Prolog: Theories, Implementation, and Application, 2<sup>nd</sup> ed. // Springer, 2014.
6. A. Meduna, O. Soukup: Modern Language Models and Computation: Theory with Applications. // Springer, 2017.
7. V. Brezina: Statistics in Corpus Linguistics: A Practical Guide. // Cambridge University Press, 2018.
8. T. McEnery, A. Hardie: Corpus Linguistics: Method, Theory and Practice. // Cambridge University Press, 2012.

9. M. Weisser: Practical Corpus Linguistics: An Introduction to Corpus-Based Language Analysis. // John Wiley & Sons, Inc., 2016.
10. D. Biber, R. Reppen: The Cambridge Handbook of English Corpus Linguistics. // Cambridge University Press, 2015.
11. Н.П. Дарчук: Комп'ютерна лінгвістика (автоматичне опрацювання тексту). // ВПЦ «Київський Університет», 2008.

**Додаткові:**

1. E. Kapetanios, D. Tatar, C. Sacarea: Natural Language Processing: Semantic Aspects. // CRC Press, 2014.
2. M.Z. Kurdi: Natural Language Processing and Computational Linguistics 1: Speech, Morphology and Syntax. // ISTE Ltd., 2016.
3. M.Z. Kurdi: Natural Language Processing and Computational Linguistics 2: Semantics, Discourse and Applications. // ISTE Ltd., 2017.
4. D. Nouvel, M. Ehrmann, S. Rosset: Named Entities for Computational Linguistics. // ISTE Ltd., 2016.
5. M. Aronoff, J. Rees-Miller: The Handbook of Linguistics, 2<sup>nd</sup> ed. // Wiley Blackwell, 2017.
6. A. Clark, C. Fox, S. Lappin (eds.): The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing. // Wiley-Blackwell, 2010.
7. N. Indurkha, F.J. Damerau (eds.): Handbook of Natural Language Processing 2<sup>nd</sup> ed. // Chapman & Hall/CRC, 2010.
8. A. Kornai: Mathematical Linguistics. // Springer, 2008.
9. D. Sarkar: Text Analytics with Python: A Practitioner's Guide to Natural Language Processing, 2<sup>nd</sup> ed. // Apress, 2019.
10. B. Srinivasa-Desikan: Natural Language Processing and Computational Linguistics. // Packt Publishing, 2018.
11. J. Thanaki: Python Natural Language Processing. // Packt Publishing, 2017.
12. K. Bhavsar, N. Kumar, P. Dangeti: Natural Language Processing with Python Cookbook. // Packt Publishing, 2017.
13. D. Chopra, N. Joshi, I. Mathur: Mastering Natural Language Processing with Python. // Packt Publishing, 2016.
14. N. Hardeniya, J. Perkins, D. Chopra, N. Joshi, I. Mathur: Natural Language Processing: Python and NLTK. // Packt Publishing, 2016.
15. N. Hardeniya: NLTK Essentials. // Packt Publishing, 2015.
16. S. Bird, E. Klein, E. Loper: Natural Language Processing with Python. // Packt Publishing, 2015.
17. J. Perkins: Python 3 Text Processing with NLTK 3 Cookbook. // Packt Publishing, 2014.

18. S. Bird, E. Klein, E. Loper: Natural Language Processing with Python. // O'Reilly Media, Inc., 2009.

## **10. Електронні ресурси.**

1. Natural Language Toolkit – NLTK 3.4.5 (<https://www.nltk.org/>)
2. spaCy – Industrial-strength Natural Language Processing in Python (<https://spacy.io/>)