

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Сучасні методи організації і аналізу даних»

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
назва освітньої програми	Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині
статус	Дисципліна вільного вибору

Краматорськ
ДДМА
2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні методи організації і аналізу даних» для підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальність 122 Комп'ютерні науки, освітня програма «Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині».

Розробники:

_____ П.І.Сагайда, докт. техн. наук, доцент

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми:

Керівник групи забезпечення:

_____ П.І.Сагайда, докт. техн. наук, доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, протокол № 18 від 09.06.2020 р.

Завідувач кафедри:

_____ О.Ф. Тарасов, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій
протокол № 8 від 22.06.2020 р.

Голова Вченої ради факультету:

_____ С.В. Подлесний, канд. техн. наук, доцент

I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Актуальність вивчення дисципліни у зв'язку із завданнями професійної діяльності та навчання.

Дисципліна «Сучасні методи організації і аналізу даних» (СМОАД) направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок побудови програмних комплексів та використання існуючих засобів розробки і бібліотек функцій та ієрархій класів для реалізації сучасних алгоритмів обробки даних. Новітні форми організації даних мають своєю метою забезпечити більш заощадливе накопичення, швидкий доступ та ефективну обробку великих обсягів даних. Для цього використовуються як системи управління базами даних з застосуванням реляційної моделі зберігання та відповідних мов запитів, так і інші моделі зберігання та різноманітні бібліотеки для редагування і обробки даних. Велике значення для підтримки прийняття рішень та управління бізнес-процесами має наочна візуалізація результатів обробки і аналізу даних за допомогою зручних, зрозумілих та простих в використанні засобів і бібліотек.

Використання знань та навичок, отриманих студентами під час вивчення СМОАД, дозволяє їм підвищити свою цінність та конкурентоспроможність як спеціалістів з проектування, реалізації та використання інформаційних систем.

Вивчення дисципліни, підкріплене індивідуальними завданнями та самостійною роботою, дозволить студентам придбати та розвинути знання, уміння та навички в галузі розробки програмно-методичних комплексів для інформаційної підтримки діяльності користувачів, в тому числі в галузі медицини. Найбільшим викликом з точки зору використання машинного навчання та аналізу даних у медицині є обробка медичних зображень, тому значна частка дисципліни СМОАД присвячена вирішенню проблем автоматизації обробки зображень та комп'ютерному зору.

1.1. Мета дисципліни – формування когнітивних, афективних та моторних компетентностей в сфері вивчення і пояснення принципів організації та реалізації програмно-методичних комплексів для інформаційної підтримки діяльності користувачів, в тому числі в галузі медицини, на основі методів машинного навчання та автоматизованого аналізу даних. Дисципліна направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок використання відповідного алгоритмічного і програмного забезпечення, існуючих засобів розробки і бібліотек функцій та ієрархій класів для реалізації сучасних алгоритмів обробки даних, а також застосування відповідних компетентностей у професійній діяльності.

1.2. Завдання дисципліни:

– ознайомлення з основними принципами інформаційної підтримки діяльності користувачів, в тому числі в техніці, бізнесі та медицині, на основі ме-

тодів машинного навчання та автоматизованого аналізу даних, а також освоєння сучасних засобів розробки програмних комплексів для аналізу даних та відповідних бібліотек функцій;

- формування теоретичних знань та набуття практичних навичок для побудови моделей та знаходження залежностей у накопичених даних за допомогою спеціалізованих програмних засобів, бібліотек функцій та ієрархій класів для реалізації сучасних алгоритмів обробки даних;

- розглядання широкого кола задач, пов'язаних із реалізацією алгоритмів інтелектуальної обробки даних та інтерфейсу користувача інтегрованих комп'ютерних систем та програмних комплексів для реалізації методів машинного навчання та автоматизованого аналізу даних, в тому числі задач збирання, накопичення та обробки великих масивів даних з використанням відкритих баз і масивів даних (datasets) в мережі Internet;

- отримання навичок системного аналізу та алгоритмічного мислення, формування аргументації при обранні структури даних, формату їх накопичення та зберігання, обґрунтування вибору та порядку і режимів застосування алгоритмів з їх обробки;

- навчання майбутніх фахівців використанню алгоритмів, на основі яких проводиться аналітична обробка даних в процесі автоматизації обробки зображень та реалізації компонентів комп'ютерному зору;

- формування вмінь і навичок з використання засобів розробки для створення інтегрованих комп'ютерних систем та програмних комплексів для обробки відеопотоків та статичних зображень, їх перетворень, сегментації та виділення контурів, розпізнавання об'єктів.

1.3 Передумови для вивчення дисципліни: вивчення циклу дисциплін бакалаврської підготовки зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

1.4 Мова викладання: українська.

1.5 Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять (для магістрів з терміном навчання 1,4 роки):

- загальний обсяг становить 150 годин / 5,0 кредити, в т.ч.:

- денна форма навчання: лекції – 36 годин, лабораторні – 18 годин, самостійна робота студентів – 96 години.

- заочна форма навчання: лекції – 4 години, лабораторні – 4 годин, самостійна робота студентів – 146 годин.

II ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання.

В узагальненому вигляді їх можна навести наступним чином. Після вивчення даної дисципліни студент повинен бути здатним:

- проектувати, організовувати впровадження, користування та підтримку компонентів інтелектуальних інформаційних систем з використанням методів обчислювального інтелекту та машинного навчання для накопичення, зберігання та обробки масивів структурованих та неструктурованих даних (на прикладі зображень та відеопослідовностей);

- забезпечувати аналіз великих масивів даних, у тому числі неструктурованих, шляхом використання сучасних інструментальних засобів розробки (на прикладі мови програмування Python та відповідних бібліотек функцій) та розподілених баз даних, у тому числі на хмарних сервісах (на прикладі відкритих баз і масивів даних в Internet), для розв'язання задач інтелектуального аналізу даних в різних предметних областях (на прикладі сегментації, класифікації, розпізнавання та відслідковування об'єктів на зображеннях та у відеопослідовностях);

- забезпечувати витяг моделей з даних та підтримку інженерної діяльності, в тому числі за рахунок багатоаспектної візуалізації агрегованих даних, шляхом застосування методів та алгоритмів обчислювального інтелекту, інтелектуального аналізу даних, машинного навчання, для розв'язання задач класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, тощо.

У когнітивній сфері

студент здатний продемонструвати:

- розуміння використання евристичних прийомів аналізу, синтезу, аналізу через синтез, класифікації, узагальнення і систематизації тощо;

- здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових ідей, до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, до побудови логічних висновків, використання формальних математичних моделей;

- здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів в різних предметних галузях (технічного, медичного призначення, тощо);

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

- здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.

В афективній сфері

студент здатний:

– застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук;

– критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати обрані методи та отримані результати при виконанні завдань обробки зображень, та типові моделі і алгоритми, які при цьому застосовуються, виконувати розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів, реалізовувати високопродуктивні програмні комплекси на основі сучасних сервісів і бібліотек функцій;

– спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

– співпрацювати із іншими студентами та викладачем в процесі обговорення проблемних моментів на лекційних та практичних заняттях, при виконанні і захисті індивідуальних завдань; ініціювати і брати участь у дискусії з питань навчальної дисципліни, розділяти цінності колективної та наукової етики.

У психомоторній сфері

студент здатний:

– застосовувати знання методології проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем;

– використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах;

– контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі та коригувати (за допомогою викладача) ці зусилля для ліквідації пробілів у засвоєнні навчального матеріалу або формуванні вмінь;

– самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчального матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них.

Формулювання спеціальних результатів із їх розподілом за темами представлені нижче:

Тема	Зміст програмного результату навчання
1	<i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний • продемонструвати розуміння базових понять і технології роботи з мовою програмування та інтерпретатором Python; • продемонструвати знання середовища розробки на основі мови програмування та інтерпретатора Python, проблем, які виникають під час отримання та встановлення компонентів такого середовища, забезпечення їх злагодженої роботи; • продемонструвати знання можливостей бібліотек зі стеку numpy-scipy-

Тема	Зміст програмного результату навчання
	matplotlib-opencv та загальних завдань, що виконуються за допомогою функцій цих бібліотек; • продемонструвати розуміння особливостей використання компонентів робочого середовища обробника даних на основі мови програмування Python і додаткових бібліотек; <i>в афективній сфері</i> студент здатний: • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу результати вибору компонентів середовища розробки Python для реалізації технологій обробки даних, в тому числі статичних зображень і послідовностей відеокадрів; <i>у психомоторній сфері:</i> • студент здатний оформити роботу з побудови середовища розробки Python для організації робочого місця аналітика та спеціаліста з обробки даних
2	<i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний • продемонструвати розуміння особливостей використання функцій і класів бібліотек зі стеку numpy-scipy-matplotlib-opencv; • продемонструвати вміння обробляти багатовимірні масиви з використанням функцій бібліотек numpy-scipy; • продемонструвати вміння використовувати функції бібліотеки matplotlib для візуалізації результатів обробки даних; • продемонструвати вміння використовувати функції бібліотеки opencv для обробки ; <i>в афективній сфері</i> студент здатний: • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу доцільність та особливості використання алгоритмів обробки даних, в тому числі статичних зображень; <i>у психомоторній сфері:</i> • студент здатний оформити роботу по обробці зображень (виконання основних перетворень зображення) з використанням відповідних бібліотек функцій.
3	<i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний • продемонструвати розуміння типових моделей і алгоритмів, які застосовуються під час обробки зображень, в тому числі генерованих для медичного призначення; • продемонструвати знання математичних моделей, що покладено в основу складних алгоритмів обробки зображень, та функцій, що реалізують такі алгоритми, у складі відповідних бібліотек; • продемонструвати вміння створення, налагодження та редагування програмних комплексів для реалізації складних алгоритмів обробки зображень; • продемонструвати вміння програмно обчислювати характеристики (features) зображення, виділяти на ньому контури та відповідним чином сегментувати його; <i>в афективній сфері</i> студент здатний: • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу вибір та особливості реалізації алгоритмів обробки зображень для отримання їхніх властивостей і характеристик;

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<i>у психомоторній сфері:</i> • студент здатний оформити роботу по реалізації складних алгоритмів обробки зображень та отримання їхніх властивостей і характеристик з використанням спеціалізованого програмного забезпечення
4	<i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний • продемонструвати розуміння моделей, що застосовуються для розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів; • пояснити реалізацію типових алгоритмів, які використовуються для розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів; • продемонструвати вміння створення, налагодження та редагування програмних комплексів для реалізації відповідних алгоритмів обробки зображень та послідовностей відеокадрів; <i>в афективній сфері</i> студент здатний: • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу методи та алгоритми для аналізу переміщення та відстеження об'єктів на послідовностях відеокадрів; <i>у психомоторній сфері:</i> • студент здатний оформити роботу по реалізації та дослідженню результатів розробки прикладень для розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів.

III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Принципи організації та використання обчислювального середовища для обробки і аналізу даних						
1.	Організація обчислювального середовища для обробки і аналізу даних на основі мови програмування Python, інтерпретатора та бібліотек функцій і класів	30	10 / 1		4 / 0	16 / 29
2.	Можливості бібліотек з функціями обробки даних для використання їх, за допомогою мови програмування Python, для виконання завдань аналізу даних і візуалізації результатів	35	8 / 1		6 / 0	21 / 34
Змістовий модуль 2 Розробка прикладень для автоматизації обробки зображень, в тому числі медичних, та реалізації компонентів комп'ютерного зору						
3.	Основні завдання, що виконуються під час обробки зображень, та типові моделі і алгоритми, які при цьому застосовуються.	30	10 / 1		4 / 0	16 / 29
4.	Розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів, та типові моделі і алгоритми, які при цьому застосовуються.	35	8 / 1		4 / 0	23 / 34
Усього годин		150	36 / 4		18 / 0	96 / 146

Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

3.2. Тематика лабораторних занять

№ з/п	Тема заняття
1	ЛР1: Організація обчислювального середовища для обробки і аналізу даних
2	ЛР2: Можливості бібліотек з функціями обробки даних для використання за допомогою мови програмування Python
3	ЛР3: Базові операції обробки зображень з використанням функцій бібліотеки OpenCV
4	ЛР4: Визначення властивостей зображень та їх сегментація
5	ЛР5: Знаходження об'єктів на зображеннях з використанням функцій бібліотеки OpenCV
6	ЛР6: Аналіз переміщення та відстеження об'єктів на послідовностях відеокадрів

3.3. Перелік індивідуальних та/або групових завдань

№ з/п	Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
1	Організація обчислювального середовища для обробки і аналізу даних на основі мови програмування Python, інтерпретатора та бібліотек функцій і класів	Організувати персональне обчислювальне середовище для використання мови програмування Python і її інтерпретатора, встановити бібліотеки зі стеку numpy-scipy-matplotlib-opencv
2	Можливості бібліотек з функціями обробки даних для використання їх, за допомогою мови програмування Python, для виконання завдань аналізу даних і візуалізації результатів	Створити програму на мові програмування Python, яка обробляє (виконує основні перетворення) зображення з використанням відповідних бібліотек за індивідуальним завданням
3	Основні завдання, що виконуються під час обробки зображень, та типові моделі і алгоритми, які при цьому застосовуються.	Створити програму на мові програмування Python, яка обчислює характеристики (features) зображення, виділяє контури та сегментує його з використанням відповідних бібліотек за індивідуальним завданням
4	Розпізнавання об'єктів на зображеннях, їх відстеження на послідовностях відеокадрів, та типові моделі і алгоритми, які при цьому застосовуються.	Створити програму на мові програмування Python, яка розпізнає об'єкти на зображеннях та послідовностях відеокадрів за індивідуальним завданням.

IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Мак балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист лабораторних робіт	65	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав лабораторну роботу та навів аргументовані відповіді на запитання.
2	Модульна контрольна робота №1	10	Студент виконав тестові та розрахункові завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістових модулів №1, №2
3	Модульна контрольна робота №2	10	Студент виконав тестові та розрахункові завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістових модулів №3, №4
4	Індивідуальне завдання	15	Студент здатний навести моделі і методику реалізації перетворень зображення,

		сегментації або розпізнавання визначених сегментів як об'єктів, та реалізувати запропонований алгоритм програмно.
Поточний контроль	100(*0,5)	-
Підсумковий контроль	100(*0,5)	Студент виконав тестові та розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
Всього	100	-

4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів заочної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Тестова контрольна робота, яка виконується студентом індивідуально в системі Moodle	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
2	Письмовий екзамен (залік)	60	Студент виконав аналітично-розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на теоретичні питання та практичні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
Всього		100	-

4.3. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентностей	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
Когнітивні: - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та алгоритмів обробки зображень; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних моделей і методів обчислення властивостей зображення та його регіонів; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та	75-89% - студент припускається помилок у описі основних моделей і методів обчислення властивостей зображення та його регіонів, недостатньо повно реалізує алгоритми обробки зображень, припускається несуттєвих фактичних помилок при створенні програмних комплексів
	60-74% - студент некоректно формулює моделі і методи обчислення властивостей зображення та його регіонів, припускається помилок при застосуванні алгоритмів сегментації зображень та розпізнавання об'єктів на них, припускається помилок при створенні програмних комплексів
	менше 60% - студент не може обґрунтувати запропоновані ним алгоритми обробки зображень, не може самостійно забезпечити їх сегментацію, не володіє інструме-

алгоритмів сегментації зображень та розпізнавання об'єктів на них	нтальними засобами створення програмних комплексів для реалізації компонентів комп'ютерного зору
Афективні: • студент здатний критично осмислювати матеріал; аргументувати власну позицію оцінити аргументованість вимог та дискутувати у професійному середовищі; • студент здатний співпрацювати із іншими студентами та викладачем; ініціювати і брати участь у дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики	75-89% - студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту лабораторних та індивідуальних завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю окремих аспектів професійної проблематики
	60-74% - студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, слабо виявляє ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні лабораторних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики
	менше 60% - студент не здатний продемонструвати володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у дискусії, до консультування з проблемних питань виконання лабораторних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу
Психомоторні: • студент здатний самостійно працювати, розробляти варіанти рішень, звітувати про них; • студент здатний слідувати методичним підходам до розрахунків; • студент здатний контролювати результати власних зусиль та коригувати ці зусилля	75-89% - студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації
	60-74% - студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації
	менше 60% - студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв'язання оптимізаційних задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної недоброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт, не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення ситуації

4.4. Критерії оцінювання програмних результатів навчання для курсової роботи

Критерії оцінювання курсової роботи	Максимальна кількість балів
-------------------------------------	-----------------------------

V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1.	Захист лабораторних робіт	- опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; - оцінювання аргументованості звіту про реалізовані алгоритми обробки зображень і результати цієї обробки у вигляді перетворених зображень, оцінок обчислених властивостей або запропонованих класів при розпізнаванні об'єктів; - оцінювання активності участі у дискусіях
2.	Індивідуальне завдання	- письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; - оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди
3.	Модульні контрольні роботи	- стандартизовані тести; - аналітично-розрахункові завдання;
Підсумковий контроль		- стандартизовані тести; - аналітично-розрахункові завдання;

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Коэлю Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л.П. Коэлю, В. Ричарт / пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с. ISBN 978-5-97060-330-7
2. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 576 с. ISBN 978-5-496-03068-7
3. Седжвик Р. Программирование на языке Python: учебный курс / Р. Седжвик, К. Уэйн, Р. Дондеро – СПб.: ООО "Альфа-книга": 2017. – 736 с. ISBN 978-5-9908462-1-0
4. Minichino J. Learning OpenCV 3 Computer Vision with Python. Second Edition / Joe Minichino, Joseph Howse. – BIRMINGHAM: Packt Publishing, 2015. – 266 p. ISBN 978-1-78528-384-0
5. Garrido G. OpenCV 3.x with Python By Example. Second Edition / Gabriel Garrido, Prateek Joshi. – BIRMINGHAM - MUMBAI: Packt Publishing, 2018. – 255 p. ISBN 978-1-78839-690-5

Допоміжна література

1. Сагайда П.І. Компоненти комп'ютерних систем інтелектуальної обробки даних на основі категоріально-онтологічних моделей / П.І. Сагайда, А.А. Зорі. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 159 с. ISBN 978-966-379-897-4.

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. - Москва: Техносфера, 2006. - 616 с.
4. Trends and Applications in Knowledge Discovery and Data Mining / Ganji at al. – Springer, 2018. – 379 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04503-6>
5. Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases: European Conference / M. Berlingerio at al., Part II.– Springer, 2019. – 883 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10928-8>.

Web-ресурсы

1. Moodle. - Режим доступа: <http://www.dgma.donetsk.ua/golovna.html>
2. http://scipy-lectures.org/advanced/image_processing/index.html
3. https://www.python-course.eu/python_image_processing.php
4. <http://scipy-lectures.org/packages/scikit-image/index.html#scikit-image>
5. https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_tutorials.html
6. https://www.codementor.io/@innat_2k14/image-data-analysis-using-numpy-opencv-part-1-kfadbafx6
7. <https://hr-portal.ru/statistica/gl15/gl15.php>