

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



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Затверджено
Вченою радою факультету автоматизації
машинобудування й інформаційних тех-
нологій, протокол № 8 від 22.06.2020 р.
Голова Вченої ради факультету:
С.В. Подлесний

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Методи обробки зображень та комп'ютерного зору»

WORKING PROGRAM
of discipline
«Methods of image processing and computer vision»

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

Розроблено за підтримки міжнародного проєкту «Erasmus+» BioArt «Інноваційна мульти-дисциплінарна навчальна програма для підготовки бакалаврів та магістрів зі штучних імплантів для біоінженерії» (586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP), що фінансується Європейською Комісією. Підтримка Європейською комісією цієї програми не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

Краматорськ
ДДМА
2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи обробки зображень та комп'ютерного зору» 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:

_____ Л. В. Васильєва, канд. техн. наук, доцент

_____ Л. М. Богданова, канд. 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

Розроблено за підтримки міжнародного проекту «Erasmus+» BioArt «Інноваційна мультидисциплінарна навчальна програма для підготовки бакалаврів та магістрів зі штучних імплантів для біоінженерії» (586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP), що фінансується Європейською Комісією. Підтримка Європейською комісією цієї програми не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

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

У даній дисципліні увага приділяється глибокому навчанню, що відіграє ключову роль в моделюванні складних завдань реального світу. Воно використовує підхід, при якому об'єкти реального світу моделюються в термінах ієрархії понять. Це імітує процес навчання людського мозку і дозволяє комп'ютерам моделювати складні поняття, які часто вислизують з поля зору в традиційних методах моделювання. Вибір бібліотеки TensorFlow як пакету програм для глибокого навчання пояснюється гнучкістю можливостей її використання в дослідницьких цілях і простотою. Використання згорткових нейронних мереж для обробки зображень обумовлено тим успіхом, який забезпечив їх застосування для класу задач комп'ютерного зору в області розпізнавання і виявлення об'єктів, а також класифікації, локалізації та сегментації об'єктів.

Дисципліна направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок інтелектуальної обробки зображень та використання можливостей спеціалізованих програмних комплексів.

1.2 Мета дисципліни – формування когнітивних, афективних та моторних компетентностей в області обробки зображень та комп'ютерного зору. Дисципліна направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок використання відповідного математичного, алгоритмічного і програмного забезпечення і проведення аналізу даних і знаходження прихованих залежностей та моделей поведінки предметних областей.

1.3 Завдання дисципліни:

– ознайомлення з основними принципами інтелектуальної обробки даних; використання методів штучного інтелекту для моделювання предметних областей і обробки даних;

– формування теоретичних знань та набуття практичних навичок для побудови моделей та знаходження залежностей у роботі предметних областей методами штучного інтелекту, а саме, за допомогою нейронних мереж, за допомогою спеціалізованих програмних засобів;

– 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 комп'ютерного зору;

– отримання навичок системного аналізу та алгоритмічного мислення, формування аргументації при обранні методів комп'ютерного зору та алгоритмів з їх обробки;

– навчання майбутніх фахівців використанню алгоритмів, на основі яких проводиться обробка зображень, та засобів її проведення за допомогою відповідних програмних засобів.

В результаті освоєння даної дисципліни студент повинен отримати знання, вміння та навички, що відповідають складовим наступних

інтегральних компетентностей:

- здатність розв'язувати складні науково-практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та дослідження методів інформаційних технологій для здійснення інновацій у сфері комп'ютеризованого проектування і моделювання процесів в технічних системах.

загальних компетентностей:

- здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових та складних ідей;

- вміння переосмислити наявне та створити нове цілісне знання;

- здатність враховувати основні вимоги інформаційної безпеки, етичних і правових аспектів використання інформації в різних предметних галузях (технічного, організаційно-технічного та медичного призначення).

та наступних спеціальних (фахових) компетентностей:

- здатність до розв'язання задач збирання, накопичення та обробки великих масивів даних з використанням сучасних інструментальних засобів розробки клієнт-серверних архітектур та використанням розподілених баз даних.

- здатність до планування, організації та проведення наукових досліджень з використанням методів та алгоритмів обчислювального інтелекту, інтелектуального аналізу даних, машинного навчання.

Програмні результати навчання за даною дисципліною наступні. Студент повинен отримати відповідні компетентності, щоб на майбутньому робочому місці:

- забезпечувати аналіз великих масивів даних, у тому числі неструктурованих, на основі інформаційних та даталогічних моделей, шляхом використання сучасних інструментальних засобів розробки клієнт-серверних застосувань та розгортання розподілених баз даних, у тому числі на хмарних сервісах, для розв'язання задач обробки даних в предметних областях їх збирання та накопичення.

- 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, пошуку асоціативних правил тощо.

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

1.5 Мова викладання: українська.

1.6 Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг становить 165 годин / 5,5 кредитів, в т.ч.:
- денна форма навчання: лекції – 36 годин, практичні – 36 години, самостійна робота студентів – 93 годин;
- дистанційно-заочна форма навчання: лекції – 8 годин, лабораторні – 4 години, самостійна робота студентів – 153 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:

- забезпечувати аналіз великих масивів даних, на основі інформаційних та даталогічних моделей, шляхом використання нейромережевих технологій, для розв'язання задач обробки даних в предметних областях.

- забезпечувати витяг моделей з даних та підтримку інженерної діяльності в тому числі за рахунок обробки даних, шляхом застосування методів та алгоритмів глибокого навчання, в тому числі використовувати методи машинного навчання для розв'язання задач класифікації та прогнозування.

У когнітивній сфері

студент повинен продемонструвати:

– володіння навичками щодо аналізу, застосування математичних методів для статистичної обробки, перевірки адекватності та інтерпретації даних, отриманих в результаті проведення дослідження, в тому числі з використанням методів штучного інтелекту, та пов'язування їх з відповідною теорією у предметних галузях технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо;

– володіння найбільш передовими концептуальними та методологічними знаннями зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та суміжними спеціальностями, пов'язаними з отриманням, передачею та обробкою інформації різного призначення, в технічних, організаційно-технічних та медичних системах;

– здатність розробляти та досліджувати математичні методи, моделі та алгоритми обробки даних, застосувати математичні методи для обґрунтування, оптимізації та прийняття управлінських і технічних рішень, адекватних умовам, в яких функціонують об'єкти інформатизації в різних предметних галузях (технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо).

– володіння навичками використання системного підходу, як сучасної загальнонаукової методології для комплексного дослідження великих і складних об'єктів (систем) при аналізі, моделюванні, підготовці і проведенні

експерименту, з урахуванням особливостей систем технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо;

– здатність планувати, проектувати та виконувати наукові дослідження зі стадії концептуальної постановки задачі до критичного оцінювання та розгляду результатів та отриманих даних, що включає вміння вибрати або розробити потрібну техніку, програмне забезпечення, сучасні технології програмування та методику досліджень стосовно систем технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо.

В афективній сфері

студент здатний:

– до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових та складних ідей.

– вільно спілкуватися іноземною мовою.

– приймати обґрунтовані рішення і діяти свідомо та соціально-відповідально за результати прийнятих рішень.

– до проявлення визначеності і наполегливості щодо поставлених завдань і взятих обов'язків,

а також повинен продемонструвати вміння спілкуватися в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі наукової діяльності за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки у сфері комп'ютерного проектування, моделювання і дослідження процесів в техніці, бізнесі та медицині, в тому числі із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

У психомоторній сфері

студент здатний:

– до проведення досліджень на відповідному рівні, оцінювати якісні показники, бути критичним, самокритичним;

– самостійно виявляти, ставити та вирішувати задачі, розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання;

– до спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань і видів діяльності);

– вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій та з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки, етичних и правових аспектів використання інформації в різних предметних галузях (технічного, організаційно-технічного та медичного призначення).

Формулювання спеціальних результатів із їх розподілом за темами представлені нижче:

Тема	Зміст програмного результату навчання
1	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати розуміння базових методів обробки зображень; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, та застосовувати вивчені базові методи обробки зображень до відповідних практичних задач; реалізовувати високопродуктивні обчислення із застосуванням сучасних мов програмування; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний оформити роботу по використанню базових методів обробки зображень
2	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання морфологічної обробки зображень; • пояснити сутність фільтрів та необхідності їх використання <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал; аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи морфологічної обробки зображень до відповідних практичних задач; реалізувати високопродуктивні обчислення із застосуванням сучасних мов програмування; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний оформити роботу по використанню розглянутих методів обробки зображень
3	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання методики та алгоритмів знаходження кордонів на зображенні; • продемонструвати розуміння використання відповідних алгоритмів; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал; аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи та алгоритмів знаходження кордонів на зображенні до відповідних практичних задач; реалізувати високопродуктивні обчислення із застосуванням сучасних мов програмування; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний оформити роботу по використанню базових методів обробки зображень
4	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати розуміння базових понять розпізнавання зображень в системах комп'ютерного зору; • продемонструвати знання груп методів розпізнавання зображень; • продемонструвати знання критеріїв якості опису зображень;

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, та застосовувати базові поняття; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> студент здатний оформити роботу з використанням груп методів розпізнавання зображень
5	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> сформулювати завдання методу к-середніх як кластеризацію точок досліджуваного об'єкта; сформулювати завдання методу зсуву середнього для ідентифікації позицій центрів кластерів продемонструвати розуміння процесу та етапів методу к-середніх та зсуву середнього; продемонструвати вміння програмувати методи; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу результати кластеризації даних; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> студент здатний оформити роботу та отримати модель к-середніх для виведення суджень
6	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> продемонструвати розуміння особливості методів відстеження об'єктів за допомогою колірних просторів, віднімання фонових зображень, використання оптичних потоків; продемонструвати знання щодо алгоритмів названих методів; продемонструвати вміння створити програми для реалізації кожного з методів; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу результати роботи програм по відстеженню об'єктів, застосовувати вивчені методи для побудови трека; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> студент здатний оформити роботу з побудови трека
7	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> продемонструвати розуміння базових понять згорткових нейронних мереж; продемонструвати знання архітектури і типів шарів згорткових нейронних мереж; продемонструвати вміння створити згорткових нейронних мереж з використанням названої нейронної мережі; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу варіанти використання згорткових

Тема	Зміст програмного результату навчання
	нейронних мереж в завданнях відстеження об'єктів; у психомоторній сфері: • студент здатний оформити роботу з класифікації зображень

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						
1	Базові перетворення зображень. Колірні моделі. Методи контрастування.	27	6/1	6	-/1	15/25
2	Обробка зображення: згортка та фільтри; морфологічна обробка.	27	6/1	6	-/-	15/26
3	Обробка зображень: оператори знаходження кордонів	28	6/1	6	-/-	16/27
Змістовий модуль 2 Методи комп'ютерного зору						
4	Загальна характеристика методів розпізнавання зображень в системах комп'ютерного зору.	16	4/1	2	-/-	10/15
5	Метод К-середніх і метод зсуву середнього для розпізнавання об'єктів	16	4/1	2	-/1	10/14
6	Методи відстеження об'єктів	16	4/1	2	-/1	10/14
7	Використання згорткових нейронних мереж для виявлення об'єктів і виділення ознак	35	6/2	12	-/1	17/32
Усього годин		165	36/8	36/-	-/4	93/153

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

3.2. Тематика практичних занять

№ з/п	Тема заняття
1	Базові перетворення зображень. Колірні моделі. Побудова гістограм. Конвертування зображень. Лінійне контрастування.
2	Обробка зображення. Згортка та фільтри. Морфологічна обробка.
3	Обробка зображень. Оператори знаходження кордонів
4	Застосування TensorFlow і бібліотек програмного забезпечення комп'ютерного зору для підтримки необхідних етапів роботи з моделями нейромереж на мові Python
5	Розробка та реалізація згорткових нейронної мережі для знаходження об'єктів на фотографії
6	Розробка та реалізація згорткових нейронної мережі для аналізу рентгенівських знімків
7	Створення класифікатора зображень на основі згорткових нейронної мережі

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	Використання згорткових нейронних мереж для виявлення об'єктів і виділення ознак	Розробити згорткову нейронну мережу для знаходження об'єктів за індивідуальним завданням
2	Використання згорткових нейронних мереж для виявлення об'єктів і виділення ознак	Створити класифікатор зображень 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	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист практичних робіт	80	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав практичну 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 змістового модуля №1
3	Модульна контрольна робота №2	10	Студент виконав тестові та розрахункові завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модуля №2
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 ситуаційні 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
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів виконання завдань обробки зображень та комп'ютерного зору; студент здатний продемонструвати вміння програмувати алгоритми обробки зображень та комп'ютерного зору 	<ul style="list-style-type: none"> 75-89% - студент припускається помилок у описі алгоритмів та методів виконання завдань обробки зображень та комп'ютерного зору, недостатньо повно визначає зміст відповідних математичних моделей
	60-74% - студент некоректно формулює алгоритми та методи виконання завдань обробки зображень та комп'ютерного зору та робить суттєві помилки у змісті математичних моделей і алгоритмів, припускається помилок при написанні програм
	<ul style="list-style-type: none"> менше 60% - студент не може обґрунтувати свою позицію посиланням на конкретні алгоритми інтелектуальної обробки даних, не володіє методикою застосування методів обробки зображень та комп'ютерного зору, не може самостійно підібрати необхідні методи; не має уяви про типи задач, які можуть розв'язуватися відповідними методами
<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 практичних 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 практичних 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 практичних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зне-

	вагу до етики навчального процесу
Психомоторні: <ul style="list-style-type: none"> • 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

V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1.	Захист практичних робіт	<ul style="list-style-type: none"> • опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; • оцінювання аргументованості звіту про хід виконання завдань; • оцінювання активності участі у дискусіях
2.	Індивідуальне завдання	<ul style="list-style-type: none"> • письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; • оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди
3.	Модульні контрольні роботи	<ul style="list-style-type: none"> • стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;
Підсумковий контроль		<ul style="list-style-type: none"> • стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
2. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход : – М.: Вильямс, 2004. — 928 с.
3. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение: – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
4. Сантану Паттанаяк Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов: – Киев.: Диалектика, 2020. – 480 с.

5. Джон Пол Мюллер, Лука Массарон Глубокое обучение для чайников: – Киев.: Диалектика, 2020. – 400 с.
6. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М: Техносфера, 2007. – 584 с.
7. Gonzalez, Rafael (2018). Digital image processing. New York, NY: Pearson. ISBN 978-0-13-335672-4.
8. Bovik A. C. Handbook of image and video processing. – Academic press, 2010.
9. Jahne B. Practical handbook on image processing for scientific and technical applications. – CRC press, 2004.

Допоміжна література

1. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.
2. Рашка С., Мирджалили В. Python и машинное обучение: – Киев.: Диалектика, 2020. – 400 с.

Web-ресурси

3. Moodle. - Режим доступа: <http://www.dgma.donetsk.ua/golovna.html>
4. <http://www.unicyb.kiev.ua/~boiko/it/ddm.htm>
5. <http://buklib.net/books/24221/>
6. www.kdnuggets.com