

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

галузь знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ Фізична та біомедична електроніка _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем _____

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

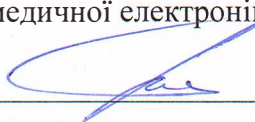
«22» __січня__ 2021 року , протокол №_1_

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Мустецов Тимофій Миколайович, к.т.н., доцент кафедри Фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

Програму схвалено на засіданні кафедри Фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

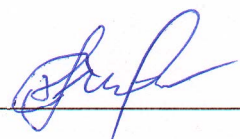
Протокол від “ 19 ” січня 2021 року № 11

Завідувач кафедри Фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

 Сергій БЕРДНИК

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Фізична та біомедична електроніка»

Гарант освітньо-професійної програми
проф.

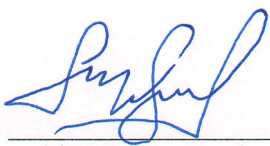
 Микола МУСТЕЦОВ

Програму погоджено методичною комісією

факультету радіофізики біомедичної електроніки та комп'ютерних систем
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 20 ” січня 2021 року № 1

Голова методичної комісії факультету

 Леонід ЧОРНОГОР
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Інформаційні технології в медицині» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Фізична та біомедична електроніка» підготовки магістра спеціальності 153 Мікро-та наносистемна техніка.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навиків з використання комп'ютерних технологій при створенні систем медичного призначення. Формування навичок ефективного використання інформаційних систем в професійної медичної діяльності.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності:

Загальні компетентності.

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК-1)

Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК-2)

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-5)

Фахові компетентності.

Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення. (СК-1)

Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів. (СК-2)

Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення. (СК-3)

Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах. (СК-4)

Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення. (СК-5)

Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності. (СК-6)

Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. (СК-7)

Завданнями вивчення дисципліни є отримання знань про наступне:

- використання технології збору, розміщення, зберігання, накопичення, перетворення і передачі даних в професійно орієнтованих інформаційних системах;
- використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в сфері охорони здоров'я;
- статистична обробка даних, в тому числі при проведенні біомедичних досліджень;
- створення структури інформаційних моделей обробки даних, структури базових моделей і технологій створення програм.

1.3. Кількість кредитів: 5.

1.4. Загальна кількість годин 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<u>Нормативна</u> / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
118 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми за результатами навчання студенти повинні досягти таких результатів навчання.

Програмні результати навчання/

1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах. (Р-1)
2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. (Р-2)
3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення. (Р-3)
4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності. (Р-4)
5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та нанoeлектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів. (Р-5)
6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування. (Р-6)
7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки (Р-7)
8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її. (Р-8)

9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки (Р-9)
10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та нанoeлектронних систем (Р-10)
11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів (Р-11)
12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та нанoeлектроніки (Р-12)
13. Керувати складними робочими процесами у сфері виробництва та/або досліджень мікро- та нанoeлектронних систем, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та окремих працівників, визначати заходи щодо покращення результатів діяльності (Р-13)
14. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки (Р-14)
15. Забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності (Р-15)

Студенти повинні уміти:

- застосовувати загальне програмне забезпечення для роботи з документами;
- використовувати технології розробки програмного забезпечення для сфери охорони здоров'я;
- володіти навичками роботи з прикладними програмними засобами для вирішення завдань інформаційно-аналітичного забезпечення управління медичним процесом;
- здійснювати аналіз і вибір оптимальних методів і технологій автоматизованої обробки інформації.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. Теорія медичних технологічних процесів.

Тема 1. Основні положення теорії технології.

Технології як наука. Основний закон технології. Приватний технологічний процес. Основні принципи медичної технології. Організаційні рівні і структура технологічного процесу. Оцінка технологій в охороні здоров'я.

Тема 2. Подання медичних технологічних процесів.

Графічне представлення медичних технологічних процесів. Приватні технологічні процеси. Конструкти і елементи медичного технологічного процесу. Модель медичного технологічного процесу.

Тема 3. Потоки робіт в медичних даних.

Побудова описів класів еквівалентності. Оптимізація медичних технологічних процесів. Моделювання потоків робіт методами лінійного програмування.

Розділ 2. Математико-статистична обробка медичних даних.

Тема 1. Первинна статистична обробка кількісних ознак.

Характеристика біологічних об'єктів, як складних стохастичних систем. Вибір методів наукового дослідження. Оцінка точності числових характеристик. Оцінка значущості медико-біологічних показників.

Тема 2. Використання формули Байеса при вирішенні задач медичної діагностики.

Математична статистика. Теорія імовірності. Пошук оптимальних рішень.

Тема 3. Багатовимірні методи аналізу медичних процесів і систем.

Завдання дослідження складних систем. Прогноз за моделлю і оцінка його точності і надійності.

Розділ 3. Алгоритмізація складних медичних процесів.

Тема 1. Методи оцінки складності алгоритмів.

Поняття ефективності алгоритму. Складність алгоритму. Просторова і тимчасова складність алгоритму. Порядок складності алгоритму. Правила обчислення складності алгоритмів. Оцінка складності циклічних алгоритмів. Оцінка складності рекурсивних алгоритмів. Способи зниження складності алгоритмів.

Тема 2. Структури даних для використання в медичних інформаційних системах.

Реалізація базових операцій над даними і їх трудомісткість в найгіршому випадку. Хеш-таблиці і хеш-функції. Колізії. Методи вирішення колізій. Відкрите і закрите хешування. Рекурсивні типи даних. Деревовидні структури.

Тема 3. Застосування графів для побудови алгоритмів.

Реалізація перебору графа з використанням черг і стеків. Спрямовані ациклічні графи і топологічний упорядкування

Тема 4. Динамічне програмування.

Основна схема динамічного програмування. Принципи динамічного програмування: мемоізація та ітерації з підзадачами. Аналіз алгоритмів.

Тема 5. Генетичні алгоритми.

Операції генетичних алгоритмів. Процедури пошуку рішень. Генератори випадкових чисел.

Розділ 4. Модель онтології предметної області «медична діагностика».

Тема 1. Вивчення мови прикладної логіки.

Неформальний опис онтології, а також частина її моделі, що включає визначення основних термінів знань і ситуацій і обмежень їх цілісності у вигляді онтологічних угод.

Тема 2. Технологія розробки онтології предметної області.

Методологія побудови онтології процесу. Проектування онтології на основі концептуальної моделі предметної області.

Тема 3. Практичне застосування онтологій.

Концептуальне моделювання. Системи управління знаннями. Інтеграція різномірних джерел даних. Специфікація вмісту різномірних джерел даних Інформаційний пошук Семантичний пошук.

Розділ 5. Аналіз даних і процесів.

Тема 1. Технології аналізу даних.

Вивчення основних напрямків в області розробки складних інформаційних систем: організація сховищ даних, оперативний (OLAP) і інтелектуальний (Data Mining) аналіз даних.

Тема 2. Медичні апаратно-програмні комплекси для аналізу даних.

Вивчення реалізації функціональної діагностики. Архітектура систем комп'ютерного функціонального дослідження. Планування дослідження. Розвиток комплексів з аналізу даних.

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього годин	Лк.	Пз	Ср
Розділ 1. Теорія медичних технологічних процесів				
Тема 1 Основні положення теорії технології.	8	1	1	8
Тема 2. Подання медичних технологічних процесів.	8	1	1	8
Тема 3. Потoki робіт в медичних даних.	8	1	1	8
Разом за розділом 1	24	3	3	24
Розділ 2. Математико-статистична обробка медичних даних				
Тема 4. Первинна статистична обробка кількісних ознак.	8	1	1	8
Тема 5. Використання формули Байеса при вирішенні задач медичної діагностики.	8	1	1	8

Тема 6. Багатовимірні методи аналізу медичних процесів і систем.	10	1	1	8
Разом за розділом 2	26	3	3	24
Розділ 3. Алгоритмізація складних медичних процесів				
Тема 7. Методи оцінки складності алгоритмів.	10	1	1	6
Тема 8. Структури даних для використання в медичних інформаційних системах.	8	1	1	6
Тема 9. Застосування графів для побудови алгоритмів.	8	1	1	6
Разом за розділом 3	42	3	3	26
Розділ 4. Модель онтології предметної області «медична діагностика»				
Тема 10. Вивчення мови прикладної логіки.	10	1	1	8
Тема 11. Технологія розробки онтології предметної області.	10	1	1	8
Тема 12. Практичне застосування онтологій.	10	1	1	10
Разом за розділом 4	30	3	3	26
Розділ 5 Аналіз даних і процесів				
Тема 13. Технології аналізу даних.	14	1	1	10
Тема 14. Медичні апаратно-програмні комплекси для аналізу даних.	14	1	1	8
Тема 15. Генетичні алгоритми.	8	1	1	2
Разом за розділом 5	28	3	3	18
Усього годин за семестр	150	16	16	118

4. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ (ПРАКТИЧНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ) ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опис моделі онтології медичної діагностики захворювань	2
2	Розробка діагностичної системи ендокринологічного профілю	2
3	Програмування складових елементів біотехнічної системи дослідження параметрів зовнішнього дихання	2
4	Програмування складових елементів рентгенотерапевтичної БТС	2
5	Створення програмної оболонки для комп'ютерної системи оцінки варіабельності серцевого ритму	2
6	Розробка ймовірісно-статистичної діагностичної БТС	2
7	Використання технології DataMining	2
8	Створення апаратно-програмного комплексу для аналізу медичних даних	2
	Разом	16

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Головні проблеми біотехнічних систем різного призначення	9
2	Приклади моделей фізіологічних процесів	9
3	Засоби передачі медичної інформації	9
4	Класифікація експертних систем	9
5	Засоби вивчення структури даних	9
6	Нові технології в медицині	9
7	Архітектура комп'ютерного дослідження в медицині	9
8	Класифікація медичних інформаційних систем	9
9	Вивчення можливостей систем для аналізу даних медичного характеру.	10

10	Лінійне програмування і зводяться до нього завдання	9
11	Побудова інформаційної бази для аналізу даних.	9
12	Огляд методів створення програмних систем для аналізу даних.	9
13	Автоматизовані системи обстеження пацієнтів	9
	Разом	118

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

не передбачено

7. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Самоконтроль здійснюється студентами при виконанні завдань для самопідготовки та самоконтролю по кожному розділу курсу, при заповненні зошита для самостійної роботи, з можливим використанням підручників, методичних посібників з відповідних розділів курсу, іншої додаткової літератури та інформаційних джерел.

Поточний контроль. Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

– усне опитування: здійснюється перед та під час лекції з метою контролю засвоєння теоретичних положень та понять;

- тестування: проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями: слугує для контролю за самостійною роботою студентів.

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі екзамену і передбачає письмову відповідь на поставлені питання.

8. СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Освоєння кожної з тем програми оцінюється оцінюється за шкалою від 0 до 7 балів.

Сума балів, які може одержати студент до підсумкового семестрового контролю (60 балів) складається із оцінок за виконання тестових завдань та завдань для самостійної роботи.

Виконання кожного завдання, передбаченого програмою курсу оцінюється за шкалою від 0 до 5 балів.

Вичерпна відповідь на кожне завдання зараховується як 5 балів. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку з 5 балів до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повної відповіді на це питання містить виконана робота студента, або пропорційно кількості суттєвих помилок у роботі студента.

5 балів – вичерпна та повна відповідь;

4 бали – відповідь правильна та містить усю необхідну інформацію, логічно побудована, але є неточності та/або упущення;

3 бали – відповідь задовільна, містить правильну інформацію, але не має пояснень, ілюстрацій, студент не може аргументувати (прокоментувати) свою думку та навести приклади.

2 бали – студент виявляє поверхневі, загальні знання без аналізу змісту питання, хоча загальний напрямок роздумів правильний.

1 бал виставляється за участь у обговоренні того, чи іншого питання, доповнення чи уточнення основної відповіді.

0 балів – відповідь неправильна або відсутня.

8.1. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота										Разом	Екз.	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Розділ 4		Розділ 5		60	40	100
T1-T3	Практ. зан	T4-T6	Практ. зан	T7-T9	Практ. зан	T10-T12	Практ. зан	T13-T15	Практ. зан			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70 - 89	добре
50 - 69	задовільно
1 - 49	незадовільно

Схема нарахування балів за практичні заняття

Практична заняття по кожному модулю оцінюються за шкалою від 0 до 6 балів.

Кожне завдання практичної роботи оцінюється за шкалою від 0 до 2 балів:

Студент відповідає на 4 тестових питання з теми практичного заняття

Правильна відповідь тестове завдання зараховується як 0,5 балів.

Неправильна відповідь - 0 балів.

Максимальна кількість балів – 2 бали (4 правильних відповідей) за одне заняття.

Тестові питання на практичні заняття формуються, головним чином з питань для самостійної праці. Оформлення результатів практичної роботи у цілому, відповідних розрахунків, висновків згідно з методичними вказівками (оцінюється за шкалою від 0 до 2 балів) пред'являється викладачеві при здачі підсумкового екзамену.

$$\text{Кількість балів за практичну роботу} = \frac{\text{Сума балів за всі виконані завдання практичної роботи}}{\text{Кількість занять (15)}}$$

(округлені до більшого цілого числа)

Схема нарахування балів за окремі розділи курсу

$$\text{Кількість балів за розділ} = \frac{\begin{array}{l} \text{Сума балів за всі} \\ \text{тестові завдання} \\ \text{за темою розділу} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Сума балів} \\ \text{за всі практичні} \\ \text{роботи} \\ \text{за темою курсу} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Кількість завдань} \\ \text{за темою розділу} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Кількість} \\ \text{практичних} \\ \text{занять за} \\ \text{розділом} \end{array}}$$

Критерії оцінки успішності студентів за семестр

Після завершення курсу студент здає екзамен, який оцінюється максимально в 40 балів. Екзаменаційний білет складається з 3 питань, вичерпна відповідь на кожне з них зараховується відповідною кількістю балів, які вказано в білеті, що дає в сумі максимальні 40 балів за іспит. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів відповідно до того, яку частину від повної відповіді на це питання містить письмова екзаменаційна робота студента.

В залежності від результатів поточного контролю та екзамену студент отримує оцінку «*відмінно*» (5 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал;
- висловлює обґрунтоване власне ставлення до тих чи інших проблем;
- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень. Кількість та суттєвість неточностей враховується при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою.

Оцінку «добре» (4 бали – за завдання; 70-89 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- аргументовано, правильно та послідовно розкриває основний зміст матеріалу;
- висловлює власні міркування з приводу тих чи інших проблем;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою та відповідної літери В або С.

Оцінку «задовільно» (3 бали – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому) студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- матеріал викладений не завжди послідовно, висновки не ув'язані між собою;
- не вміє обґрунтовано оцінювати факти та явища, пов'язувати їх з майбутньою професійною діяльністю;
- при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

Оцінку «незадовільно» (менше 50 балів) студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках;
- студент слабо володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Назаренко Г. И., Осипов Г. С. Основы теории медицинских технологических процессов. Ч.2. Исследование медицинских технологических процессов на основе интеллектуального анализа данных. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 144 с.
2. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. – 2011. – 320 с.

- 3 Клейнберг Дж., Тардос Е. Алгоритмы: разработка и применение. Классика Computers Science / Пер. с англ. Е. Матвеева. — СПб.: Питер, 2016. — 800 с.
4. Цуканова Н. И. Онтологическая модель представления и организации знаний. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия – Телеком, 2015. — 272 с.
5. Барсегян, А. А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 512 с.
6. Дюк В. А., Эмануэль В. Л. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер. 2003. 525 с.

Допоміжна література

1. А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 384 с.
2. Стивенс Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение. -М.: «Сксмо», 2016. - 546 с..
3. Дасгупта С. Алгоритмы / С. Дасгупта, Х. Пападимитриу, У. Вазириани; Пер. с англ. под ред. А. Шеня. — М.: МЦНМО, 2014. — 320 с.
4. Мустецов Т. М. Теорія біотехнічних систем / Т.М. Мустецов, А.С. Нестеренко.— . імені В.Н. Каразіна, 2015.— 148с.
5. Джарратано Дж. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование/ Дж.Джарратано, Г. Райли.— М.: Изд-во Вильямс, 2007.— 1152с.