МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

Затверджено
На засіданні кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 15/23 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:

_____ Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни "Об'єктно-орієнтоване програмування", що викладається в межах ОПП "Комп'ютерні науки" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Об’єктно-орієнтоване програмування
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 790111
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп’ютерних технологій Кафедра радіофізики і комп’ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 122 Комп’ютерні науки
Викладачі дисципліни	Хвищун Іван Олександрович, кандидат технічних наук, доцент
Контактна інформація викладачів	Ivan.Khvyshchun@lnu.edu.ua, xiocompan@gmail.com
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводяться в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю) згідно розкладу. **В режимі он-лайн**: консультації проводяться за домовленістю з студентами чи групою студентів на платформі MS Teams та на інших електронних ресурсах, за попереднім погодженням часу (через електронну пошту викладача або телефонний дзвінок).
Сторінка курсу	https://teams.microsoft.com/l/channel/19%3apEjsm7lIqX9SE2OGieF-CcHh6sRBBvRr0UTvFBWNLT01%40thread.tacv2/General?groupId=f840ad07-5cd7-4848-a608-5e473a3c551d&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Об’єктно-орієнтоване програмування» є нормативною дисципліною циклу професійної та практичної підготовки зі спеціальності 122 Комп’ютерні науки для освітньої програми «Комп’ютерні науки», яка викладається в 2 семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Об’єктно-орієнтоване програмування» забезпечує набуття студентами спеціальних знань та умінь для створення об’єктно-орієнтованих програмних продуктів на базі опанування відповідних технологій.
Мета та цілі дисципліни	*Мета*: одержання студентами базових знань стосовно сучасної методології розробки програмного забезпечення в об’єктно-орієнтованій парадигмі програмування, зокрема – вивчення основ програмування алгоритмічними мовами Delphi та Visual C++, вивчення можливостей використання принципів ООП для розробки великих програмних комплексів. *Цілі:* навчити студентів методології розробки об’єктно-орієнтованих програм, розуміти синтаксичні та семантичні конструкції об’єктно-орієнтованих засобів мов програмування Delphi та Visual C++, отримати навики розробки та налагодження програм у консольних та віконних режимах роботи програмних середовищ Embarcadero RAD Studio та Visual Studio 2022, а також, опанувати принципи розробки об’єктно-орієнтованих проектів для розв’язання науково-технічних задач.
Література для вивчення дисципліни	Основна література*:* 1. *Mehdi Medjaoui, Erik Wilde, Ronnie Mitra, and Mike Amundsen.* Continuous API Management: Making the Right Decisions in an Evolving Landscape 2nd Edition. O’Reilly Media, Inc., 2021 – 357 p.

	2. *Рисований О.М.* Системне програмування Графічний інтерфейс користувача (GUI) : навч. посібн. – Харків : «Слово», 2018 – 160 с. 3. *Бублик В.В.* Об'єктно-орієнтоване програмування: [Підручник] / В.В. Бублик. – К.: IT-книга, 2015. – 624 с. 4. *Marco Cantu. Delphi 2010.* Handbook. – Piacenza, Italy. 2021. – 318 p. 5. *Nicolai M. Josuttis* C++17 – The Complete Guide. The Lean Publishing, 2019. – 430 p. 6. *Stroustrup Bjarne.* The C++ Programming Language. 4th edition. Addison-Wesley Professional, 2013. – 991 p. Додаткова література 7. *Mike McGrath* C PROGRAMMING IN EASY STEPS, 4th edition By Mike McGrath, 2015. – 188 p. 8. *Booch G. et al.* Object-oriented analysis and design with applications. 3rd edition. – Addison-Wesley, 2007. – 717 p. 9. *Lafore Robert.* Object-Oriented Programming in C++. Pearson Education, 2002. – 1040 p 10. *Пелешко Д.Д., Теслюк В.М.* Об'єктні технології C++ 11: навч. посібн. – Львів: Видавн. Львівської політехніки, 2013. – 360 с. 11. *Кравець П.О.* Об'єктно-орієнтоване програмування: навч. посібн. – Львів: Видавн. Львівської політехніки, 2012. – 624 с. 12. *Казимир В.В.* Об'єктно-орієнтоване програмування: навч. посібн. – К.: Видавн. Дім "Слово", 2008. – 192 с. 13. *Bertrand Meyer's* Object-Oriented Software Construction SECOND EDITION. Pearson Education, Inc. 2022. – 1254 p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг 64 години аудиторних занять та 56 годин самостійної роботи. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт на кожну із 12 бригад.
Очікувані результати навчання	В результаті вивчення даного курсу студент повинен: **знати:** • принципи технології розробки об'єктно-орієнтованих програмних систем; • принципи використання засобів об'єктно-орієнтованого програмування; • теоретичні основи у галузі застосування засобів об'єктно-орієнтованого о програмування. **вміти:** • **використовувати** базові принципи об'єктно-орієнтованого програмування для розроблення відповідних програмних проектів; • **застосовувати** об'єктно-орієнтований підхід до проектування складних програмних систем; • **опановувати** сучасні методи та технології створення об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення. Після вивчення курсу «Об'єктно-орієнтоване програмування» здобувачі набудуть таких Загальних (ЗК), Спеціальних/Фахових (СК) компетентностей та Програмних результатів навчання (ПР): ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. СК 8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління. СК 10. 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. ПР 1. 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. ПР 3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв’язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей. ПР 5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв’язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій. ПР 6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів. ПР 9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв’язання задач в галузі комп’ютерних наук. ПР 11. Володіти навичками управління життєвим циклом програмного забезпечення, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог і обмежень замовника, вміти розробляти проектну документацію (техніко-економічне обґрунтування, технічне завдання, бізнес-план, угоду, договір, контракт). ПР 13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп’ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп’ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп’ютерних мереж та їх програмного забезпечення. ПР 14. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем. ПР 16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.
Ключові слова	Клас. Об’єкт. Інкапсуляція. Успадкування. Поліморфізм. Віртуальний метод. Перевантаження. Пере визначення. Конструктор. Деструктор. Властивість. Подія.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Один колоквіум впродовж семестру у письмовій формі та іспит в кінці семестру в усній та практичній формі
Пре реквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Алгоритмізація та програмування», «Операційні системи».
Навчальні методи	Лекції на основі презентацій, лабораторні роботи на основі методичних

та техніка, які будуть використовуватися під час викладання курсу	вказівок та їхній захист на основі індивідуальних звітів, виконання індивідуальних завдань.
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання (в т.ч. проектор), платформи Microsoft Teams, Moodle. Навчальний комп'ютерний клас (мінімальні характеристики: процесор 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz, ОЗП 8ГБ, 50ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GT1030 2048MB). Необхідне програмне забезпечення включає в ОС Windows 11, Microsoft Visual Studio 2022 Community Edition, Embarcadero Delphi 11.3 Community Edition.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням: • 14 лабораторних робіт + індивідуальні завдання: 45% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 45. З них: 23 бали за основні роботи + 22 бали – за індивідуальні завдання. Тексти усіх лекцій з курсу “Об’єктно-орієнтоване програмування”, електронний варіант Лабораторного практикуму з ООП, а також деталізація розподілу балів за кожну лабораторну роботу і за кожне індивідуальне завдання див. у середовищі MS Teams у розділі Files: (Назва файлу: *Іван Хвищун* Розподіл балів за Лаб роботи з ООП 2023.pdf). https://teams.microsoft.com/l/channel/19%3apEjsm7lIqX9SE2OGieF-CcHh6sRBBvRr0UTvFBWNLT01%40thread.tacv2/General?groupId=f840ad07-5cd7-4848-a608-5e473a3c551d&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf • контрольні заміри (1 модуль): 5% семестрової оцінки; максимальна сумарна кількість балів 5. • іспит: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів - 50 Загалом, упродовж семестру: 100 балів. _____. _____ **Контрольні заміри проводяться у формі письмового колоквіуму та поточного захисту індивідуальних звітів по кожній лабораторній та індивідуальній роботі.** **Академічна доброчесність**: Очікується, що лабораторні індивідуальні роботи студентів будуть їхніми оригінальними розробками та дослідженнями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної не доброчесності. Виявлення ознак академічної не доброчесності в роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та виконають усі основні та додаткові завдання до кожної лабораторної роботи. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов’язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. **Література.** Основна та додаткова література надається викладачем в електронній формі виключно в освітніх цілях без права її передачі

	третім особам. Студенти заохочуються до пошуку та використання іншої літератури та джерел по тематиці курсу, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при захисті лабораторних та індивідуальних робіт, бали за колоквіум та за іспит. При цьому, обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання та ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. **Критерії оцінювання результатів неформальної освіти**: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних IT компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.
Питання до контрольних робіт	Питання до колоквіуму студенти отримують за тиждень до дати колоквіуму. Білети для підсумкового іспиту студенти отримують на останній лекції курсу.
Питання до модульного контролю	**Орієнтовні теми змістових модулів:** 1. WinAPI його призначення та основні функції 2. Показники якості програмного забезпечення – внутрішні і зовнішні 3. Сутність технології ООП, її переваги та недоліки. Ідеї ООП 4. Поняття класу. Відмінності класу від об'єкту. Секції класу. Поля класу та їхнє використання 5. Що таке поліморфізм. Види поліморфізму 6. Успадкування. Його призначення, види та правила використання 7. Синтаксис оголошення класу в Delphi. Інкапсуляція. Специфікатори доступу 8. Відмінності оголошення та опису класів у C++ та Delphi 9. Конструктори та деструктор. Їхнє призначення та правила використання у Delphi 10. Властивості, їхнє призначення, правила використання та синтаксис оголошення у Delphi 11. Призначення операторів is та as. Що таке Self і Sender? 12. Абстрактні методи та класи. Запечатані (Sealed) класи Delphi. 13. Агрегування класів у Delphi. 14. Класові поля і методи у Delphi, їхнє призначення та використання. 15. Події. Процедурний тип даних у Delphi. 16. Поняття DLL та їх застосування. Створення бібліотеки DLL у C++ 17. Оголошення та використання конструктори за замовчуванням C++ 18. Конструктори та деструктор у C++. Правила їхнього використання 19. Що таке локальні, глобальні та вкладені класи у C++? 20. Статичні поля і методи класу у C++ 21. Динамічні масиви та їхнє використання у ролі полів класу у C++ 22. Абстрактні та запечатані (sealed) класи у C++ та їхнє використання 23. Конструктори копіювання у C++ 24. Дружні функції та методи. Правила їхнього використання

	25. Перевантаження і пере визначення методів у C++ 26. Поняття класу. Відмінності класу від об’єкту. Секції класу C++ 27. Успадкування у C++. Типи успадкування 28. Віртуальні методи. Як реалізується пізнє зв’язування у C++ 29. Загальний формат (синтаксис) оголошення та опису класів у C++ 30. Правила оголошення та створення об’єктів у C++ 31. ООП у стандарті C++/CLI (Managed) 32. Вказівник this його призначення та використання
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	**ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ Windows API.** Що таке Windows API. Функціональні можливості, що надаються WinAPI. Призначення основних функцій WinAPI. Приклади використання API-функцій. Вікна. Визначення вікна. Компоненти і параметри вікон. Клас вікна. Ієрархія вікон. Стилі вікон. Потоки. Черга повідомлень потоку. Пересилання даних між вікнами, за допомогою повідомлень.	Лекція	1,2	Розкладення періодичних функцій у ряд Фур'є, 2 год.	1 тиждень семестру
2	**ВСТУП У ТЕХНОЛОГІЮ ООП.** Розробка високоякісного програмного забезпечення (ПЗ). Зовнішні та внутрішні показники якості ПЗ. Системний підхід до проектування ПЗ. Класифікація програмних проектів. Особливості сучасних технологій розробки ПЗ. Цілі програмної інженерії. Етапи управління програмними проектами. Моделі життєвого циклу розробки ПЗ. Основні технології програмування. Парадигма ООП та її реалізація. Алгоритмічна декомпозиція. Об'єктно-орієнтована декомпозиція. Технологія ООП. Елементи об'єктної моделі та принципи її побудови. Реалізація основних принципів ООП в Delphi. Класи Delphi. Методи класів Delphi.	Лекція	3, 4, 12	Використання функцій API в Delphi, 2 год.	2 тиждень семестру
3	**КОНСТРУКТОРИ. УСПАДКУВАННЯ. ПОЛІМОРФІЗМ.** Ієрархія типів даних у Delphi. Вказівники. Запис (Record). Методи у записах. Відмінність Record від Class. Модуль (Unit) та його структура. Типи модулів Delphi. Конструктори та їхнє оголошення. Успадкування. Поведінка методів при успадкуванні. Поліморфізм при успадкуванні. Конструктори при успадкуванні. Деструктор та його оголошення. Віртуальні та абстрактні методи. Запечатані (Sealed) класи.	Лекція	3, 4, 12	Розробка 1-го ООП-проекту: клас Sphere у Delphi, 2 год.	3 тиждень семестру
4	**ДЕТАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ І ПОНЯТЬ ООП.** Видимість компонентів класу у Delphi. Специфікатори Private, Protected і Public. Компоненти Published. Перекриття оголошень у нащадках. Випереджувальні описи і взаємно-залежні класи. Перевантаження (Overload) підпрограм та методів. Віртуальні методи, поліморфізм і динамічне зв'язування.	Лекція	3, 4, 12	Побудова класу-нащадку від класу Sphere, 2 год.	4 тиждень семестру

5	**ВЛАСТИВОСТІ. АГРЕГУВАННЯ КЛАСІВ.** Властивість об'єкта. Ключові слова read і write. Властивості ReadOnly. Властивості-масиви (array properties). Агрегування класів. Можливості конструкторів агрегованого класу. Заміна агрегованого класу успадкованим.	Лекція	3, 4, 12	Розробка проекту: "Поліморфізм на ієрархії класів", 2 год.	5 тиждень семестру
6	**ПОДІЇ. ОПЕРАТОРИ IS ТА AS. SENDER. КЛАСОВІ ПОЛЯ І МЕТОДИ.** Події та їхня обробка. Процедурний тип даних. Змінна Self. Реалізація подій у мові Delphi. Визначення приналежності об'єкта до класу. Оператор is. Приведення типів об'єктів. Оператор as. Параметр Sender в обробниках подій компонентів. Класові поля і класові методи. Правила їхнього використання.	Лекція	3, 4, 12	Розробка проекту: "Агрегування класів". 2 год.	6 тиждень семестру
7	**СТАНДАРТНІ КЛАСИ DELPHI. СТРУКТУРА ОБ'ЄКТУ. ОБРОБКА ВИНЯТКОВИХ СИТУАЦІЙ. ВЛАСНІ КОМПОНЕНТИ.** Огляд стандартних класів Delphi. Клас TObject. Створення і знищення екземпляра класу. Інформація про клас. Клас TPersistent. Абстрактний клас TStream. Клас TComponent. Елементи управління – клас TControl. Об'єкт із середини. Виключні ситуації (винятки). Конструкції Try .. except і Try .. finally. Клас Exception. Створення власних компонент в Embarcadero Delphi.	Лекція	3, 4, 12	Розробка проекту: "Програмування подій у Delphi". 2 год.	7 тиждень семестру
8	**СТРУКТУРОВАНІ ТИПИ ДАНИХ С++. КЛАС І ОБ'ЄКТИ У С++.** Масиви (array), одновимірні та двовимірні. Динамічні масиви. Вказівник на вказівник. Масив вказівників. Структури (struct). Об'єднання (union). Реалізація технології ООП у мові С++. Класи мови С++ та формат їхнього опису. Поля класу. Створення об'єктів (екземплярів класу). Види ієрархічних відносин між класами. Створення об'єктів. Методи (члени-функції) та їхні різновиди. Типи конструкторів. Деструктор.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: "Створення власної компоненти". 2 год.	8 тиждень семестру
9	**УСПАДКУВАННЯ ТА ПОЛІМОРФІЗМ У С++.** Успадкування (inheritance). Звичайне і множинне успадкування. Типи успадкування. Перевантаження (overload) функцій і методів класу. Поліморфізм і віртуальні функції. Віртуальні методи (пізнє зв'язування).	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: "Створення класу Sphere у VC++ 2022". 2 год.	9 тиждень семестру
10	**ПОГЛИБЛЕНЕ ВИВЧЕННЯ РОБОТИ КОНСТРУКТОРІВ У С++.** Деталізація поняття конструктора у	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: "Створення нащадку Ball	10 тиждень семестру

	мові C++. Прототипи конструкторів різних видів. Робота конструкторів класу при успадкуванні. Конструктор копіювання. Конструктор перетворення типів. Явні та неявні перетворення. Ключові слова explicit та delete. Успадкування конструкторів (стандарт C++11).			класу Sphere у VC++ 2022” 2 год.	
11	**СТАТИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ КЛАСУ. РІЗНОВИДИ КЛАСІВ.** Закриті статичні поля класу. Використання відкритого статичного поля класу. Статичні методи класів. Різновиди класів та їхня взаємодія. Глобальні класи. Локальні класи. Вкладені класи.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: “Вивчення багаторівневого успадкування у VC++ 2022”.2 год.	11 тиждень семестру
12	**ДЕСТРУКТОР КЛАСУ. ВИНЯТКИ. СТВОРЕННЯ DLL.** Деструктор у мові C++, його оголошення та автоматичний виклик. Спільна робота конструкторів та деструктора. Явний виклик деструктора. Обробка виняткових ситуацій. Бібліотеки, що компонуються динамічно (DLL). Файли, які необхідні для використання бібліотеки DLL. Динамічне та статичне завантаження бібліотек DLL.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: “Створення редактора текстів у VC++ 2022”. 2 год.	12 тиждень семестру
13	**ДРУЖНІ ФУНКЦІЇ. ВКАЗІВНИК this.** Дружні friend (привілейовані) функції, методи та класи. Правила їхнього використання. Варіанти та правила використання вказівника this. Чисто віртуальні методи та абстрактні класи.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: “Створення і використання DLL у VC++ 2022”. 2 год.	13 тиждень семестру
14	**ВЕРСІЯ C++/CLI. ЗМІННІ ТА ОБ’ЄКТИ У МОВІ C++.** Класичний (native) і керований (managed) варіанти мови C++. Версії C++.NET і C++/CLI. Дескриптори. Типи даних: посилальні і значущі. Використання стеку, некерованої та керованої куп у мові C++/CLI. Збирач сміття GC (garbage collection).	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: “Дослідження абстрактних класів у VC++ 2022”. 2 год.	14 тиждень семестру
15	**РОБОТА ЗІ ЗМІННИМИ У МОВІ C++.** Поняття змінної у мові C++. Ініціалізація змінних. Присвоювання змінним значень. Оголошення декількох змінних. Константні об’єкти. Константні вирази. Змінні типу constexpr. Вказівники і модифікатор constexpr. Модифікатор типу auto. Специфікатор типу decltype. Класи та їхні екземпляри. Конструктори у C++11. Конструктори делегування.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Розробка проекту: “Створення класу у C++/CLI 2022”. 2 год.	15 тиждень семестру
16	**АЛЬТЕРНАТИВНІ РЕАЛІЗАЦІЇ C++.** Реалізація Embarcadero C++ Builder. Використання мови C++ у крос-платформному середовищі Qt Creator. Підведення підсумків курсу.	Лекція	5, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11	Знайомство із середовищами C++ Builder і Qt Creator. 2 год	16 тиждень семестру