

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА
КІБЕРНЕТИКИ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Л.Л. Омельчук
А.С. Белова**

**ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ
ПРОГРАМУВАННЯ
Лабораторний практикум**

Навчальний посібник

Київ 2022

УДК 519.85 (075.8)

ББК 32.973.2-018я73

О57

Рецензенти:

д-р фіз.-мат. наук *С.С. Шкільняк*,

к-т фіз.-мат. наук *О.В. Шишацька*.

Рекомендовано до друку вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики (протокол № 1 від "20" вересня 2022 року)

Омельчук Л.Л.

О57 Об'єктно-орієнтоване програмування. Лабораторний практикум: навчальний посібник / Л.Л. Омельчук, А.С. Белова. – Київ: 2022. - 271 с.

УДК 519.85 (075.8)

ББК 32.973.2-018я73

О57

Викладено матеріали до лабораторного практикуму з обов'язкової навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування». В посібнику наведено умови лабораторних робіт, порядок розрахунку семестрової оцінки, теоретичний матеріал лабораторного практикуму, завдання для самостійної роботи та лабораторних занять, перелік контрольних запитань до кожної теми.

Для студентів другого курсу факультету комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Інформатика» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

© Омельчук Л.Л., 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Лабораторна робота № 1	16
Лабораторна робота № 2	19
Лабораторна робота № 3	24
Лабораторна робота № 4	32
Лабораторна робота № 5	33
ЧАСТИНА 1. ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА МЕТОДОЛОГІЯ	34
Тема 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ОБ'ЄКТНО- ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. ОСНОВНІ ЕТАПИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ	34
Тема 2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ. ОГЛЯД МОВИ UML	37
Тема 3. .NET FRAMEWORK. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОВ C++ ТА C#	39
Тема 4. ВТІЛЕННЯ ПАРАДИГМ ОБ'ЄКТНО- ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В МОВІ C#	41
Тема 5. МОВА C#: КЛАСИ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПІВ, ОПЕРАТОРИ ТА ВИРАЗИ	102
Тема 6. МОВА C#: ОПЕРАТОРИ ОБРОБКИ ВИКЛЮЧЕНЬ, НЕЯВНІ, АНОНІМНІ ТА ДИНАМІЧНІ ТИПИ ДАНИХ	172
Тема 7. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ C#	201

ЧАСТИНА 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ C#. ШАБЛони ПРОЄКТУВАННЯ. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ .NET CORE	244
Тема 8. ВИМОГИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ З НАПИСАННЯ КОДУ. РЕФАКТОРИНГ	244
Тема 9-10. ШАБЛони ПРОЄКТУВАННЯ. ПРИЗНАЧЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ. ШАБЛони СТВОРЕННЯ, СТРУКТУРНІ ТА ШАБЛони ПОВЕДІНКИ	252
Тема 11. ШАБЛони ПРОЄКТУВАННЯ (продовження)	263
Тема 12. ШАБЛони ПРОЄКТУВАННЯ (продовження). АНТИШАБЛони	264
Тема 13-14. ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ «S.O.L.I.D.»	265
ПЕРЕЛІК ВЖИВАНИХ СКОРОЧЕНЬ	270
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА	271

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Об'єктно-орієнтоване програмування» входить до переліку обов'язкових дисциплін освітньо-професійної програми «Інформатика» підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Дисципліна «Об'єктно-орієнтоване програмування» викладається у 3 семестрі 2 курсу в обсязі – 120 год.

(4 кредити ECTS) зокрема: лекції – 28 год., лабораторні заняття – 28 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 62 год. У курсі передбачено 2 частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – іспитом.

Мета дисципліни – засвоєння базових знань з основ об'єктно-орієнтованого програмування, включаючи основні поняття, парадигми та принципи об'єктно-орієнтованого програмування. Оволодіння базовими навичками проєктування програмних систем, роботи з найбільш вживаними шаблонами проєктування, набуття навичок об'єктно-орієнтованого програмування та оволодіння мовою програмування C#.

Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. *Знати:* основні поняття програмування та принципи розробки програм; базові класичні алгоритми та різновиди структур даних
2. *Вміти:* проєктувати, розробляти та тестувати програми на базовому рівні.
3. *Володіти елементарними навичками:* програмування мовами C, C++.

Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у програмуванні, відповідно освітньої кваліфікації «Бакалавр з комп'ютерних наук». Зокрема, розвивати:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- здатність проєктувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування.

узагальненого, об'єктноорієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

Місце дисципліни. Нормативна навчальна дисципліна «Об'єктно-орієнтоване програмування» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр».

Зв'язок з іншими дисциплінами. Дисципліна “Об'єктно-орієнтоване програмування” є базовою для засвоєння всіх інших курсів та спецкурсів програмиського спрямування, окремих розділів теорії алгоритмів та математичної логіки.

Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумк овій оцінці з дисцип ліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	<i>Знати основні поняття об'єктно-орієнтованого програмування.</i>	<i>Лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Контрольна робота, домашні завдання, Іспит</i>	16%
РН1.2	<i>Знати основні етапи життєвого циклу ПС.</i>	<i>Лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Контрольна робота, домашні завдання, Іспит</i>	15%
РН1.3	<i>Знати шаблони, антишаблони та принципи об'єктно-орієнтованого проєктування програмного забезпечення.</i>	<i>Лекція, лабораторне заняття</i>	<i>Контрольна робота, домашні завдання, Іспит</i>	20%

РН2.1	<i>Вміти застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби проєктування та розробки програмного забезпечення.</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторно і роботи, Іспит</i>	23%
РН3.1	<i>Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проєктування та розробки програм, складати письмові звіти</i>	<i>Лабораторне заняття</i>	<i>Захист ЛР</i>	10%
РН4.1	<i>Організовувати свою самостійну роботу для досягнення результату</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторно і роботи</i>	8%
РН4.2	<i>Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість</i>	<i>Лабораторне заняття</i>	<i>Захист лабораторно і роботи</i>	8%

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
Програмні результати навчання							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
ПРН9. 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.	+			+			+

ПРН15. 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.		+	+		+	+	
---	--	---	---	--	---	---	--

Схема формування оцінки.

Форми оцінювання студентів:

До третього тижня семестру студент повинен визначитися з формою роботи на лабораторних заняттях, яка буде відповідати трьом рівням підготовки: високий (перший) рівень, середній (другий) рівень чи початковий (третій) рівень та підтвердити свій вибір проходженням відповідного опитування. У разі, якщо здобувач вчасно не зробив вибір свого рівня викладач здійснює цей вибір самостійно враховуючи рейтинг здобувача з дисципліни «Програмування» 1-2 семестри.

- семестрове оцінювання (за рівнями):

Високий (перший) рівень:

1. Контрольна робота (тест) 1: РН 1.1., РН 1.2 — 10 балів / 6 балів.
2. Контрольна робота (тест) 2: РН1.3 — 10 балів / 6 бали.
3. Домашні завдання 1, 2: РН 1.1., РН 1.2, РН1.3- 4 бали (3+1) / 3 бали.
4. Захист лабораторної роботи 1 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 — 14 балів / 8 балів.
5. Захист лабораторної роботи 2 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 — 8 балів / 5 балів.
6. Захист лабораторної роботи 3 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 — 14 балів / 8 балів.

Завдання на додаткові бали:

1. *Неформальна освіта*: сертифікат. Для реалізації цього права студент повинен до 1 жовтня поточного року написати та прикріпити в Classroom заяву (в якій зазначено форму контролю, яку замінюємо та інформація про обраний курс) зі своїм персональним підписом. Курс повинен бути попередньо узгоджений з викладачем. Дата отримання сертифікату повинна бути в інтервалі від 01 вересня до 01 грудня поточного року – максимум 10 балів (2 сертифікати по 5 балів).
2. *Публічна доповідь на тему «Шаблони проєктування»* – максимум 3 бали.

Середній (другий) рівень:

1. Контрольна робота (тест) 1: РН 1.1, РН 1.2 — 10 балів / 6 балів.
2. Контрольна робота (тест) 2: РН1.3 — 10 балів / 6 бали.

3. Домашні завдання 1, 2, 7, 8: РН 1.1, РН 1.2, РН1.3- 10 балів (3+1+4+2) / 6 балів.
4. Захист лабораторної роботи 1 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 14 балів / 8 балів.
5. Захист лабораторної роботи 2 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 8 балів / 5 балів.
6. Захист лабораторної роботи 5 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 8 балів / 5 балів.

Завдання на додаткові бали:

1. *Неформальна освіта*: сертифікат. Для реалізації цього права студент повинен до 1 жовтня поточного року написати та прикріпити в Classroom заяву (в якій зазначено форму контролю, яку замінюємо та інформація про обраний курс) зі своїм персональним підписом. Курс повинен бути попередньо узгоджений з викладачем. Дата отримання сертифікату повинна бути в інтервалі від 01 вересня до 01 грудня поточного року – максимум 5 балів.
2. Публічна доповідь на тему «Шаблони проєктування» – максимум 3 бали.
3. Захист лабораторної роботи 3 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – максимум 10 балів.

Початковий (третій) рівень:

1. Контрольна робота (тест) 1: РН 1.1., РН 1.2 — 10 балів / 6 балів.
2. Контрольна робота (тест) 2: РН1.3 – 10 балів / 6 бали.
3. Домашні завдання 1-8: РН 1.1, РН 1.2, РН1.3- 30 балів (3+1+6+7+4+3+4+2) / 18 балів.
4. Захист лабораторної роботи 4 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 10 балів / 6 балів.

Завдання на додаткові бали:

1. *Неформальна освіта*: сертифікат. Для реалізації цього права студент повинен до 1 жовтня поточного року написати та прикріпити в Classroom заяву (в якій зазначено форму контролю, яку замінюємо та інформація про обраний курс) зі своїм персональним підписом. Курс повинен бути попередньо узгоджений з викладачем. Дата отримання сертифікату повинна бути в інтервалі від 01 вересня до 01 грудня поточного року – максимум 5 балів.

2. *Захист лабораторної роботи 1 (проєкту): РН 2.1, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – максимум 8 балів.*

**Максимально можна отримати 10 додаткових балів.
Максимально за семестр можна отримати 60 балів.**

Напередодні запланованої дати захисту завдання студент повинен прикріпити матеріали із виконаним завданням в Classroom.

- підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- *максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;*

- *результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1;*

- *форма проведення і види завдань: письмова робота.*

Види завдань: 8 тестових та 6 письмових завдань.

Критерії оцінювання на іспиті

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1	Письмове запитання з S.O.L.I.D.	По 7%	28%
Завдання 2, 3, 4	Письмові запитання з ООП та C#		
Завдання 5, 6, 9, 10, 12	Тестове завдання з C# та LINQ	По 5%	35%
Завдання 7, 8	Тестові завдання з ООП, шаблонів, антишаблонів		
Завдання 11	Письмове завдання з ООП	10%	10%
Завдання 13	Діаграми UML	15%	15%
Завдання 14	Написати LINQ	12%	12%
			100%

Умови домашніх завдань:

1. Use-case-діаграма та діаграма класів для заданої предметної області.
2. Діаграма класів (доопрацювання) та діаграма послідовності використання для заданої предметної області.
3. Тестові завдання на теми: поліморфізм, спадкування, exception. Практичні завдання з програмування.
4. Тестові завдання на теми: поліморфізм (продовження), абстрактні класи, інкапсуляція. Практичні завдання з програмування.
5. Тестові завдання до теми: тип var, dynamic, структури і класи, properties, enum.
6. Тестові завдання на теми: JSON, Dictionary, LINQ.
7. Тестові завдання на тему шаблони проєктування. Практичні завдання з програмування на тему шаблони проєктування.
8. Практичні завдання з програмування на тему S.O.L.I.D.

Умови лабораторних робіт:

- Лабораторна робота 1:** Розробка програми для роботи з електронними таблицями (аналіз та обчислення виразів).
- Лабораторна робота 2:** Робота з XML-документами.
- Лабораторна робота 3:** Розробка програм обробки файлів та редагування текстів.
- Лабораторна робота 4:** Робота з даними в форматі JSON.
- Лабораторна робота 5:** Розробка програм обробки файлів у форматі JSON (диспетчер для JSON).

Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1 (тест): до 7 тижня семестру.
2. Контрольна робота 2 (тест): до 13 тижня семестру.
3. Домашні завдання 1: до 2 тижня семестру.
4. Домашні завдання 2: до 3 тижня семестру.
5. Домашні завдання 3: до 4 тижня семестру.
6. Домашні завдання 4: до 5 тижня семестру.
7. Домашні завдання 5: до 6 тижня семестру.
8. Домашні завдання 6: до 8 тижня семестру.

9. Домашні завдання 7: до 9 тижня семестру.

7. Домашні завдання 8: до 14 тижня семестру.

10. Захист лабораторної роботи 1 (проєкту): до 6 тижня семестру.

11. Захист лабораторної роботи 2 (проєкту): до 10 тижня семестру.

12. Захист лабораторної роботи 3 (проєкту): до 12 тижня семестру.

13. Захист лабораторної роботи 4 (проєкту): до 12 тижня семестру.

14. Захист лабораторної роботи 5 (проєкту): до 12 тижня семестру.

15. *Неформальна освіта*: сертифікат. Для реалізації цього права студент повинен до 1 жовтня поточного року написати та прикріпити в Classroom заяву (в якій зазначено форму контролю, яку замінюємо та інформація про обраний курс) зі своїм персональним підписом. Курс повинен бути попередньо узгоджений з викладачем. Дата отримання сертифікату повинна бути в інтервалі від 01 вересня до 01 грудня поточного року.

16. *Публічна доповідь на тему «Шаблони проєктування»* – до 12 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У разі неякісного виконання лабораторної роботи, або домашнього завдання, викладач має право не зарахувати це завдання, або знизити за нього бали.

Студент має право захистити лабораторні роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою 1 балу за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну їх здачі.

Студент має право здавати домашні завдання роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою 0,5 балів за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну їх здачі.

Шкала відповідності оцінок

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

Усі види робіт приймаються ВИКЛЮЧНО під час лабораторних занять.

Принаймні за два тижні до здачі **кожної з лабораторних робіт** обов'язковим є демонстрація трьох діаграм UML (1 діаграма прецедентів (Use case diagram), 1 діаграма класів (Class diagram) та 1 діаграма послідовності (Sequence diagram)) з можливістю отримання 1 балу за кожен набір діаграм.

Умови домашніх завдань оголошуються викладачем на лабораторному занятті, що передуює терміну здачі.

Студент допускається до складання іспиту, якщо кількість набраних за семестр балів не менше 36.

Підсумкова екзаменаційна робота – 40 балів.

УМОВИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Наведена нижче умова завдання не є вичерпною чи абсолютно точною. Автору розробки надається можливість розширювати поставлене завдання та виходити за його рамки.

Метою виконання будь-якого проєкту є одержання нових знань, навичок та умінь. Поряд з цим він має носити ще й дослідницький та творчий характер. Так, наприклад у ньому має бути не тільки підтверджене уміння використовувати визначену інструментальну систему, але експериментально доведено, що якісь частини проєкту могли б мати іншу (напр. більш ефективну) реалізацію.

Під "обробкою текстів" тут розуміється клас задач обробки інформації нечислового характеру, наприклад редагування тексту, форматування документів, пошук інформації, сортування файлів даних, лексичний і синтаксичний аналіз текстів, друк документів, перетворення формату документів, що містять тексти, таблиці і т.ін.

Має бути головне меню та кнопки, що дублюють основні його елементи. Повинна бути подана коротка інформація про програму та надаватися допомога користувачу. Діалог українськомовний.

Перевірка виконаних робіт здійснюється виключно за розкладом. Разом з проєктом має бути набір тестових файлів та інших матеріалів, що свідчать про правильність створених програм. Автор проєкту повинен щотижня інформувати викладача про виконані етапи робіт.

Лабораторна робота № 1

РОЗРОБКАШИРЕННЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ

РОБОТИ З ЕЛЕКТРОННИМИ ТАБЛИЦЯМИ (АНАЛІЗ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ВИРАЗІВ).

Наведена нижче умова завдання не є вичерпною чи абсолютно точною. Автору розробки надається можливість розширювати поставлене завдання та виходити за його рамки.

Має бути головне меню та кнопки, що дублюють основні його елементи. Повинна бути подана коротка інформація про програму та надаватися допомога користувачу. Діалог українськомовний.

Під "аналізом та обчисленням" тут розуміється клас задач, що часто зустрічаються в системному програмуванні у процесі обробки інформації операційними системами, макроасемблерами, асемблерами, трансляторами. Усі вони передбачають завдання вхідної інформації (виразів) із використанням формалізованих описів (БНФ, діаграм Вірта та ін.). Перший етап визначає синтаксичну правильність виразів, подальші - перетворення формату даних, заключний - обчислення значення виразу.

Варіант роботи видається викладачем.

Розширити функціональність файлового менеджера шляхом додавання форм для введення, обробки та збереження електронних таблиць.

Клітини електронної таблиці містять вирази, що складаються із знаків операцій, констант та посилань на інші клітинки таблиці. Синтаксис посилання на клітину таблиці може бути запропонований виконавцем роботи за аналогією з відомими системами. Перевірити синтаксичну правильність виразу та знайти його значення (передбачити виконання двох етапів: синтаксична перевірка з локалізацією помилок та власне обчислення значення). Відображення інформації в таблиці на формі має підтримувати два режими: ВИРАЗ/ЗНАЧЕННЯ.

Для додаткових двох балів замість виразів у клітинках таблиці - оператори спрощеної мови програмування.

Вважати, що при побудові виразів використовуються:

- 1) цілі числа довільної довжини;
- 2) круглі дужки;
- 3) імена клітинок (напр., A3);
- 4) операції та функції, які для кожного із варіантів лабораторної роботи визначаються окремо.

Символи пропуску у виразах використовуються звичайним чином. Імена клітинок відділяються від чисел та інших імен пробілом.

Обов'язковим є включення до звіту формалізованого опису множини виразів за допомогою БНФ або діаграм Вірта.

Перелік варіантів операцій та функцій:

1)	+, -, *, / (бінарні операції);	7)	mmax(x1,x2,...,xN), mmin(x1,x2,...,xN) (N>=1);
2)	mod, div;	8)	=, <, >;
3)	+, - (унарні операції);	9)	<=, >=, <>;
4)	^ (піднесення у степінь);	10)	not;
5)	inc, dec;	11)	or, and;
6)	max(x,y), min(x,y);	12)	eqv.

У варіантах 1-19 вираз вважати арифметичним (значення такого виразу повинно бути числом); а у варіантах 20-81 вираз вважати логічним.

Варіанти лабораторних робіт (за наборами операцій та функцій):

1) 1,2,3,4;	21) 1,2,3,8,10;	41) 1,3,8,10,11;	61) 2,4,9,10,11;
2) 1,2,3,5;	22) 1,2,4,8,9;	42) 1,4,5,8,9;	62) 2,5,8,10,11;
3) 1,2,3,6;	23) 1,2,4,8,10;	43) 1,4,5,8,10;	63) 2,6,9,10,11;
4) 1,2,3,7;	24) 1,2,5,8,9;	44) 1,4,6,8,9;	64) 2,7,8,10,11;
5) 1,2,4,5;	25) 1,2,5,9,10;	45) 1,4,6,8,10;	65) 2,9,10,11,12;
6) 1,2,4,6;	26) 1,2,6,8,9;	46) 1,4,7,8,9;	66) 3,4,8,10,11;
7) 1,2,4,7;	27) 1,2,6,8,10;	47) 1,4,7,8,10;	67) 3,5,9,10,11;
8) 1,3,4,5;	28) 1,2,7,8,9;	48) 1,4,8,9,10;	68) 3,7,9,10,11;
9) 1,3,4,6;	29) 1,2,7,9,10;	49) 1,4,8,10,11;	69) 3,8,10,11,12;

10) 1,3,4,7;	30) 1,2,8,9,10;	50) 1,5,6,8,10;	70) 4,5,9,10,11;
11) 1,4,5,6;	31) 1,2,8,10,11;	51) 1,5,7,8,10;	71) 4,6,8,10,11;
12) 1,4,5,7;	32) 1,3,4,8,9;	52) 1,5,8,10,11;	72) 4,7,8,10,11;
13) 1,5,6,7;	33) 1,3,4,9,10;	53) 1,6,7,8,10;	73) 4,8,10,11,12;
14) 2,3,4,5;	34) 1,3,5,8,9;	54) 1,6,8,10,11;	74) 5,6,7,8,9;
15) 2,3,4,6;	35) 1,3,5,8,10;	55) 1,7,8,9,10;	75) 5,6,8,10,11;
16) 2,3,4,7;	36) 1,3,6,8,9;	56) 1,7,8,10,11;	76) 5,7,8,10,11;
17) 3,4,5,6;	37) 1,3,6,9,10;	57) 1,8,9,10,11;	77) 5,8,10,11,12;
18) 3,4,5,7;	38) 1,3,7,8,9;	58) 1,8,10,11,12;	78) 6,7,8,10,11;
19) 3,4,6,7;	39) 1,3,7,8,10;	59) 2,3,4,8,10;	79) 6,8,10,11,12;
20) 1,2,3,8,9;	40) 1,3,8,9,10;	60) 2,3,8,10,11;	80) 7,8,10,11,12;
			81) 8,9,10,11,12.

Лабораторна робота № 2

Використання антишаблону магічна кнопка (англ. *Magic pushbutton*) чи невикористання шаблонів штрафується 3 балами.

При реалізації лабораторної роботи **ОБОВ'ЯЗКОВИМ** є використання шаблонів проєктування. Наприклад, використання шаблону «Стратегія» Strategy. Наявність діаграми класів обов'язкова!

Є інформаційна система (вважаємо, що вона вже існує і на даному етапі її розробляти непотрібно!). Інформація з якої передається між клієнтами та системою у вигляді XML-документів. Необхідно забезпечити обробку цих документів. Обробка включає в себе дві задачі: аналіз вмісту документу (пошук інформації за ключовими словами та динамічну генерацію запитів) та трансформацію у файл HTML. Вхідні дані для аналізу та трансформації надаються у вигляді файлу-прикладу *.xml. Трансформація документу в HTML-код виконується на основі XSL-документа *.xsl. Аналіз вмісту документу повинен бути виконаний трьома способами – за допомогою SAX API, DOM API та LINQ to XML. Необхідно реалізувати всі три способи!

Варіанти інформаційних систем, які надають вхідний xml-файл (саму ІС на цьому етапі реалізовувати не потрібно).

1. "Наукові роботи кафедри"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення) (департамент, відділення), кафедра, лабораторія, посада (із зазначенням початку та кінця перебування на посаді), назва виконуваної наукової чи дослідної роботи, замовник, його адреса, підпорядкування, галузь та ін.

2. "Кафедральна бібліотека"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П. автора, назва, анотація, кваліфікаційні ознаки видання, для читачів - П.І.П., факультет, кафедра, посада та ін.

3. "Гуртожиток"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, курс, дані про місце проживання (із датами) та ін.

4. "Електронний архів факультету"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П. автора, назва матеріалу, факультет (департамент, відділення), кафедра, вид матеріалу, обсяг, дата створення та ін.

5. "Розклад"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра викладача, дані про аудиторії, учбовий план та склад студентів.

6. "Успішність студентів"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, дані про навчальні дисципліни та успішність студентів та ін.

7. "Інформаційні ресурси кафедри"

Таблиці БД містять таку інформацію: Назва ресурсу (ресурс - будь-яка інформація навчального та наукового спрямування), анотація, вид, автор (П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра....), умови використання, адреса та ін.

8. "Розклад роботи дисплейних класів факультету та АРМ кафедр"

Таблиці БД містять таку інформацію: Інформація про класи та окремі робочі місця, інформація про користувачів, дані про розклад планових занять та викладачів, час вільного доступу

9. "Програмне забезпечення на мережі факультету"

Таблиці БД містять таку інформацію: Назва програмного засобу, анотація, вид, версія, автор (...), умови використання, де записано дистрибутив

10. "Інформаційні сервіси мережі факультету"

Таблиці БД містять таку інформацію: Назва сервісу, анотація, вид, версія, автор (...), умови та правила використання, інформація при реєстрації користувачів

11. "Мережна газета факультету"

Таблиці БД містять таку інформацію: Назва статті чи графічного матеріалу , анотація, автор (...), де записано файли, інформація про читачів та їх відгуки

12. "Індивідуальна робота кафедри зі студентами"

Таблиці БД містять таку інформацію: Інформація про студентів та викладачів (...), теми та графік роботи, виконання завдань, допоміжні інформаційні матеріали до тем, запитання-відповіді

13. " Спорт на факультеті"

Таблиці БД містять таку інформацію: Інформація про студентів та викладачів (...), що займаються у спортивних секціях, графік роботи секцій, план проведення змагань

14. "Кадри науковців (Аналіз штатного розпису)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення) (департамент, відділення), кафедра, лабораторія, посада (із зазначенням початку та кінця перебування на посаді) та ін.

15. "Кадри (Освіта)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, освіта (базова, додаткова, аспірантура, докторантура), навчальний заклад, де здобувалась освіта з датами, та ін.

16. "Кадри науковців (Звання)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра , науковий ступінь, вчене звання (із датами).

17. "Кадри науковців (Пенсія)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, дата народження, стаття та ін.

18. "Кадри науковців (Публікації)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, дані про публікації.

19. "Кадри науковців (Зарплата)"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, посада, посадовий оклад, час перебування на посаді.

20. "Конференції"

Таблиці містять інформацію про наукові конференції: назва, терміни проведення, тематика (для якого підрозділу цікаво), організатор, місце проведення, термін подачі рукописів, вартість участі та ін.

21. "Аспірантура"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, фах, форма навчання, початок навчання, графік іспитів та заліків, форми та терміни звітності на кафедрі та ін. Використати допоміжні таблиці (класифікатори, довідники, словники та ін.)

22. "Студентські гуртки та семінарами"

Таблиці містять таку інформацію: Назва гуртка/ семінару, факультет (департамент, відділення), кафедра, день та час проведення засідань, староста, орієнтація (на який курс та яку тематику), П.І.П. керівника.

23. "Кадри науковців"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, посада, посадовий оклад, прийом та звільнення, переміщення з посади на посаду, зміни посадового окладу та ін.

24. "Облік випускників"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, спеціальність, час вступу та закінчення, переміщення з посади на посаду та з одного місця роботи на інше.

25. "Міжнародні контакти"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, спеціальність, часові рамки виду співробітництва (перебування у науковому відрядженні, читання лекцій, передача наукової інформації за кордон, одержання інформації із-за кордону, проведення семінару.

26. "День факультету"

Таблиці містять таку інформацію: назва заходу на день факультету, П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, посада відповідального за проведення, виконавців окремих доручень щодо підготовки та проведення дня факультету, терміни підготовки, час, місце проведення, неформальна характеристика та ін. на розсуд виконавця лабораторної роботи.

27. "Наукове товариство студентів та аспірантів "

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, спеціальність, час вступу до товариства його членів, план проведення заходів (що, де, коли, неформальна характеристика) на інше.

28. "Студентський парламент"

Таблиці містять таку інформацію: П.І.П., факультет (департамент, відділення), кафедра, спеціальність, часові рамки виду заходу, що проводить студентський парламент.

Лабораторна робота № 3

РОЗРОБКА ПРОГРАМ ОБРОБКИ ФАЙЛІВ ТА РЕДАГУВАННЯ ТЕКСТІВ

Лабораторна робота повинна базуватися на розроблених діаграмах UML. Використання антишаблону *магічна кнопка* (англ. *Magic pushbutton*) штрафується 3 балами. Грамотне використання шаблонів проєктування при розробці проєкту додає 2 додаткові бали.

Наведена нижче умова завдання не є вичерпною чи абсолютно точною. Автору розробки надається можливість розширювати поставлене завдання та виходити за його рамки.

Розробити проєкт спеціалізованої програми обробки файлів (файлового менеджера) та вбудованого редактора (для редагування надаватися допомога користувачу. Діалог україномовний. Приклад головного вікна проєкту наведено на рисунку 1.

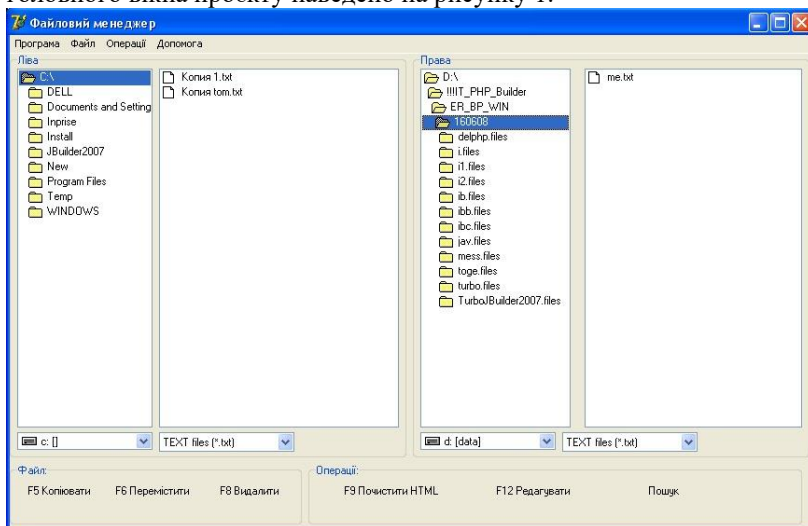


Рисунок 1. Приклад дизайну головного вікна проєкту лабораторної роботи № 1

Розділ 0. Обробка файлів файловим менеджером

Файловий менеджер має виконувати основні операції з файлами. Він повинен мати дві панелі, а головне вікно займати не менше 80 % площі екрана. Приклад його головної форми подано вище. Вбудований текстовий редактор викликається натисканням F3 на імені текстового файлу, що відображено на активній панелі.

Розділ 0. Обробка файлів файловим менеджером

0.1. Обробка текстових файлів:

1. Пошук файлів, що мають особливості в їх іменах (напр. *.txt) та виділення слів, що належать першим трьом реченням (крім 1- та 2-літерних)
2. Пошук файлів, що мають особливості у змісті (напр., мають якісь слова чи інші особливості) та виділення слів, що є скороченнями, складеними із комбінацій малих та великих літер.
3. Пошук файлів, що мають особливості у розташуванні, розмірі, даті та ін. (напр., усі вони є у якомусь каталозі) та виділення слів, що написані латиницею
4. Пошук файлів формату HTML за ключовим словами (keywords) та виділення ключових слів
5. Пошук файлів формату HTML за словами із заголовків розділів та виділення усіх слів із заголовків.
6. Пошук файлів формату HTML за кількома словами в основному тексті розділів та виділення найбільш вживаних слів.
7. Складання списку файлів, гіпертекстові посилання на які містяться у файлі формату HTML (інші файли формату HTML)
8. Складання списку файлів, гіпертекстові посилання на які містяться у файлі формату HTML (файли графічних форматів)
9. Копіювання та переміщення файлів формату HTML разом із пов'язаними файлами та виділення слів, що вказані в <TITLE>.
10. Пошук файлів формату HTML за кількома введеними користувачем словами (врахувати можливість розриву слова тегами HTML) та виділення найбільш вживаних слів.
11. Інші задачі обробки текстових файлів за пропозицією виконавця або викладача

0.2. Обробка довільних файлів:

1. Поділ файлу на частини заданого розміру
2. Злиття текстових та інших файлів
3. Копіювання груп файлів, що мають особливості в іменах (напр. *.txt) або у змісті.
4. Переміщення груп файлів , що мають особливості в іменах (напр. *.txt) або у змісті.
5. Рознесення груп файлів у різні каталоги
6. Очищення файлів формату HTML від зайвих тегів за пропозицією виконавця або викладача.
7. Спрощення тегів файлів формату HTML (напр., FONT color=#ff0000 замінити на FONT та ін.)
8. Злиття файлів HTML-формату із заміною стилю у другій частині на стиль, що прийнятий у першій.
9. Злиття файлів HTML-формату із переміщенням зображень другої частини до каталогу, що містить зображення першої частини.
10. Виділення із файлу HTML-формату частини тексту у новий файл із переміщенням зображень виділеної частини до нового каталогу.

0.3 ***

1. Обробка файлів спеціальних форматів (HTML, GIF, DBF та ін.) - за пропозицією виконавця або викладача (спрощений HTML редактор, редактор графічних файлів, файлів баз даних та ін.)
2. Перетворення файлів формату HTML в RTF формат та зворотнє.

Розділ 1. Редагування текстових та інших файлів

Текст, що складається з окремих слів, вводиться з клавіатури та зберігається у текстовому файлі. Алфавіт - довільний. Слова відокремлюються символами пропуску " " (щонайменше одним таким символом). Довжина окремого слова, рядка, тексту в цілому не обмежується. Передбачити використання меню, кнопок, допомоги, подачі короткої інформації про програму та роботу у режимах обробки звичайних рядків та розширених рядків. Тестування може бути проведено на текстах, що записані у довільному текстовому файлі. Конкретний варіант завдання подається викладачем.

Складання списку тегів у файлі формату HTML та заміна кількох обраних на інші.

1. Для кожного зі слів тексту підрахувати, скільки разів воно зустрічається у тексті.

2. Знайти десять найдовших слів і у тексті.

3. Знайти складені з латинських літер слова, які у тексті зустрічаються найчастіше.

4. Знайти слова, які зустрічаються у тексті лише по одному разу.

5. Заміна однієї послідовності літер іншою.

6. Заміна регістру у виділеному фрагменті тексту.

7. За заданими словами (курсором) виділяла із заздалегідь заданого списку найбільш схоже слово за першими кількома літерами. Передбачити повідомлення "неоднозначно", якщо є кілька схожих слів, та вивести їх. Список слів є у вхідному файлі test_1st.txt

8. Копіювати текстовий файл у новий таким чином, щоб з кожної групи послідовно однакових рядків виводився тільки один рядок.

9. Видаляти з кожного рядка файлу надлишкові пробіли та всі табуляції, а також видаляти рядки, що цілком складаються із пробілів і табуляцій.

10. Виконати контекстну заміну у всіх рядках файлу. Якщо рядок не задовольняє умові заміни - він залишається незмінним.

11. Виконати пошук літерних послідовностей в текстовому файлі. Слід виводити рядки (та номери рядків) файлу, у яких зустрілась задана літерна послідовність, що задається як аргумент.

12. Перетворити текст, що складається тільки з малих літер у текст, що складається з великих і малих літер. Перша літера і літера після кінця речення - великі, інші - малі.

13. Виправити помилки в словах: програмі задано список слів; вона перевіряє - чи є аналізоване слово є словом зі списку. Якщо ні - намагається знайти найбільш схоже слово зі списку, причому якщо є кілька схожих - видає усі варіанти. Розглянути випадки:

- дві сусідні літери переставлені місцями: патра => парта ;
- подвоєна літера (літери): ппаарттаа => парта;
- загублена літера: прта => парта;
- змінена літера: шухта => шахта;
- зайва літера: партаа => парта ;
- літери не в тім регістрі - порівняти з кожним словом зі списку, перетворюючи всі літери у малі: парТа => парта .

Розділ 2. Робота з файловим менеджером. Опанування шаблонів проєктування

Для кожного з наступних завдань створити діаграми класів та послідовності використання виконати такі завдання.

1. Застосування шаблону «Фабричний метод» (Factory Method) для збереження документа на диск у різних форматах: html, .txt, бінарному. Створіть базовий клас, де буде код відкритого файлу і фабричний метод для створення конкретного об'єкту, який буде зберігати дані в цей файл.

2. Застосування шаблону «Абстрактна фабрика» (Abstract Factory) для відкриття файлів різних форматів. Завчасно не відомо, який файл буде відкриватися, але є список можливих форматів (XML, txt). Користувач зазначає файл, бібліотека пробує визначити тип файлу (за розширенням) та викликати відповідний завантажувач для нього.

3. Шаблон “Фасад”. В проєкті повинен бути реалізований переглядач файлів, який виконує основні функції з файлами (завантаження, створення, видалення...) не розкриваючи клієнту деталі цих операцій.

4. Шаблон “Спостерігач” (Observer). В проєкті повинна бути реалізована відправка повідомлень панелям файлового менеджера про

редагування списку файлів у випадку додавання, видалення, переміщення, переіменування файлів чи директорій.

5. Використовуючи шаблон «Одинак» (Singleton), розробіть систему протоколювання подій файлового менеджера. Система повинна:

- підтримувати 3 рівня важливості подій (зміни, перехід, помилка);
- забезпечити фіксацію події (з подією фіксуються час, важливість, текстове повідомлення).

Наприклад:

21.09.2022 13:02:22 Зміни. Створено файл c:\temp\aaa.txt

21.09.2022 14:02:22 Зміни. Переміщено файл з c:\temp\aaa.txt в c:\aaa.txt

21.09.2022 14:02:22. Перехід. Відкрито директорію c:\temp

21.09.2022 15:02:22 Помилка. Помилка доступу до файлу з c:\temp\ata.txt

6. З використанням шаблону «Будівельник» (Builder) реалізувати створення звітів про роботу файлового менеджера в одному з обраних при завантаженні програми форматів (HTML чи текстовому).

Частини повідомлення це: заголовок звіту, важливість (зміни, перехід, помилка), текст повідомлення, час, завершення створення повідомлення (по завершенню програми, чи по натисканню кнопки)). Результатом є збереження файлу відповідного формату.

Для txt файлу просто запис тексту у наступному вигляді:

Звіт про роботу файлового менеджера. 21.09.2022 14:02:00

21.09.2022 14:02:22 Зміни. Переміщено файл з c:\temp\aaa.txt в c:\aaa.txt

21.09.2022 14:02:22. Перехід. Відкрито директорію c:\temp

Дякую! 21.09.2022 15:00:20

Для html файлу просто запис у наступному вигляді:

<HTML>

<BODY>

<H1> Звіт про роботу файлового менеджера. 21.09.2022 14:02:00

</H1>

<p>21.09.2022 14:02:22 Зміни. Переміщено файл з c:\temp\aaa.txt в c:\aaa.txt</p>

<p>21.09.2022 14:02:22. Перехід. Відкрито директорію c:\temp</p>

<p><i> Дякую! 21.09.2022 15:00:20</i></p>

</BODY>

</HTML>

РОЗПОДІЛ ВАРІАНТІВ

№ варіанту	Розділ 0.1	Розділ 0.2	Розділ 1	Розділ 1	Розділ 2
1	1	5	1	8	2
2	2	6	2	9	3
3	3	7	3	10	4
4	4	8	4	11	5
5	5	9	5	12	6
6	6	10	6	13	6
7	7	1	7	14	1
8	8	2	1	8	2
9	9	3	2	9	3
10	10	4	3	10	4
11	1	5	4	11	5
12	2	6	5	12	6
13	3	7	6	13	5
14	4	8	7	14	1
15	5	9	1	9	2
16	6	10	2	10	3
17	7	1	3	11	4
18	8	2	4	12	5
19	9	3	5	13	6
20	10	4	6	14	4

21	1	5	7	14	2
22	2	6	1	13	3
23	3	7	2	12	4
24	4	8	3	11	5
25	5	9	4	10	6
26	6	10	5	9	2
27	7	1	6	8	1
28	8	2	7	8	2
29	9	3	8	9	3
30	10	4	9	10	4

Лабораторна робота № 4

РОБОТА З ДАНИМИ В ФОРМАТІ JSON (ДАНІ JSON)

Для предметної області, яка залежить від варіанту завдання, реалізувати проєкт для роботи з даними поданими у форматі JSON.

Проєкт має містити:

- візуалізацію списку;
- додавання / редагування / видалення даних до списку (додавання / редагування через окрему форму);
- збереження до / вивантаження з файлу (незмінного);
- серіалізацію / десеріалізацію даних формату JSON (відповідно до варіанту);
- мінімум 3 критерії пошуку по списку з використанням LINQ (визначається на етапі створення діаграм);
- клас Helper..., який містить допоміжні методи для обробки даних та статичний таймер (його використання описується на етапі створення діаграм);
- форму "Про програму" (ПІБ, курс, група, рік, короткий опис).

Проєкт повинен бути реалізовано за шаблоном Windows Forms Application (або WEB-проєкт за попереднім узгодженням).

Лабораторна робота № 5

РОЗРОБКА ПРОГРАМ ОБРОБКИ ФАЙЛІВ У ФОРМАТІ JSON (ДИСПЕТЧЕР ДЛЯ JSON)

Диспетчер файлів повинен надавати можливість для роботи з файловою системою (перегляд) та відкриття і роботу з файлами у форматі JSON.

Проект повинен містити форму "Про програму" (ПІБ, курс, група, рік, короткий опис).

Робота з файлами у форматі JSON передбачає реалізацію наступного функціоналу:

- відкриття файлу типу JSON (через диспетчер);
- зчитування інформації з файла;
- десеріалізація даних;
- використання DataTable для роботи з даними і подальшим їх відображенням;
- редагування (gridView) даних (не всі колонки можуть бути редагуванні;
- додавання нового елемента реалізовуємо на тій же формі окремими компонентами;
- видалення елемента;
- серіалізація даних;
- збереження у довільний файл типу JSON (або новий).

Проект повинен бути реалізовано за шаблоном Windows Forms Application (або WEB-проект за попереднім узгодженням).

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЧАСТИНА 1. ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА МЕТОДОЛОГІЯ

Тема 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. ОСНОВНІ ЕТАПИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Огляд, мета і призначення теми: огляд основних парадигм програмування, вивчення основних понять об'єктно-орієнтованого програмування.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: знати основні парадигми програмування, охарактеризувати основні етапи життєвого циклу ПС, знати та уміти будувати діаграми UML (діаграму класів, прецедентів, послідовності використання).

Лабораторний практикум 1.

Організаційні моменти (контактні дані викладачів, умови проведення занять, схема формування оцінки, умови лабораторних робіт, розподіл варіантів лабораторних робіт) (30 хв.). Призначення та використання мови UML. Опрацювання побудови діаграми прецедентів (Use-Case Diagram) та діаграми класів (Class Diagram) (60 хв.).

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1.1. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для адміністратора системи продажу квитків на потяги.

Завдання 1.2. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для користувача з роллю пасажир сервісу продажу квитків на потяги.

Завдання 1.3. Розробити діаграму класів (Class) для системи продажу квитків на потяги.

Завдання 2.1. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для адміністратора системи поліклініки.

Завдання 2.2. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для лікаря системи поліклініки.

Завдання 2.3. Розробити діаграму класів (Class) для системи поліклініки.

Завдання 3.1. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для викладача системи online навчання.

Завдання 3.2. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для студента системи online навчання.

Завдання 3.3. Розробити діаграму класів (Class) для системи online навчання.

Завдання 4.1. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для адміністратора сервісу придбання квитків в кінотеатр.

Завдання 4.2. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для користувача з роллю глядач сервісу придбання квитків в кінотеатр.

Завдання 4.3. Розробити діаграму класів (Class) для системи «кінотеатр».

Завдання 5.1. Побудуйте діаграму прецедентів (Use-case-діаграму) для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Завдання 5.2. Побудуйте діаграму класів для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Запитання до теми:

1. Які моделі життєвого циклу Ви знаєте?
2. Що таке сутності й відношення UML?
3. Що таке прикордонні й керівні класи, класи-сутності, абстрактні й конкретні класи?
4. Охарактеризувати відношення узагальнення й залежності між класами.
5. Охарактеризувати відношення асоціації, агрегації й композиції між класами.
6. Що таке діаграми прецедентів і для чого вони використовуються?
7. Які відношення між акторами й прецедентами Ви знаєте?
8. Які відношення залежності між прецедентами Ви знаєте?

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Практичне застосування UML для об'єктно-орієнтованого моделювання ПС.

Побудова діаграм UML (прецедентів та класів) для лабораторної роботи №1. Виконання домашнього завдання №1.

Запитання до теми:

1. Що таке парадигма програмування?
2. Які парадигми програмування Ви знаєте?
3. Що таке об'єктно-орієнтоване програмування?
4. Які основні елементи об'єктної моделі Ви знаєте?
5. Що таке абстрагування?
6. Що таке інкапсуляція?
7. Що спільного та чим відрізняються абстракція і інкапсуляція?
8. Що таке модульність?
9. Що таке ієрархічність?
10. Які види ієрархічності Ви знаєте?
11. Що таке типізація?
12. Що таке паралелізм?
13. Що таке збережуваність?
14. Що таке інкапсуляція?
15. Наведіть визначення та опишіть зв'язок між поняттями класу, об'єкту та екземпляру класу.
16. Що таке спадкування (наслідування)?
17. Що таке поліморфізм?

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційного матеріалу та ознайомлення з умовою власного проєкту лабораторного практикуму № 1. Для виконання лабораторних робіт та опрацювання лекційного матеріалу з курсу “Об'єктно-орієнтоване програмування” необхідно встановити Visual Studio:
<https://visualstudio.microsoft.com/thank-you-downloading-visual-studio/?sku=Community&rel=16>

Тема 2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ. ОГЛЯД МОВИ UML

Огляд, мета і призначення теми: продовження огляду основних понять об'єктно-орієнтованого програмування, огляд основних етапів та моделей життєвого циклу програмних систем (ПС), розуміння місця мови UML в життєвому циклі ПС, огляд основних видів діаграм UML.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати основні етапи життєвого циклу ПС, охарактеризувати основні моделі ЖЦ ПС, знати та уміти будувати діаграми UML (діаграму класів, прецедентів, послідовності використання).

Лабораторний практикум 2.

Опрацювання побудови діаграми класів (Class Diagram) та діаграми послідовності (Sequence diagram) (60 хв.). Захист домашнього завдання №1 (30 хв.)

Опрацювання лекційного матеріалу та власного проекту лабораторного практикуму № 1.

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Пасажи́р" має два квитки на потяг №772, що їде з Хмельницького до Києва і здає їх.

Завдання 1.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи продажу квитків на потяги.

Завдання 2.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Пацієнт" записується до лікаря-терапевта Іванова І.І. на 10:00, 10 жовтня 2022 року.

Завдання 2.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи поліклініки.

Завдання 3.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Студент Іванов І." авторизується як студент, реєструється на курс "ООП" де є один матеріал (завдання) і прикріплює відповідь, що складається з одного файлу "a.pdf".

Завдання 3.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи online навчання.

Завдання 4.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Адміністратор" додає інформацію про фільм "Тенет", для цього фільму він додає два сеанси 20.09.2022 о 15:00 та о 19:00 в залі №1.

Завдання 4.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи «Кінотеатр».

Завдання 5.1. Побудуйте діаграму послідовності використання (Sequence-діаграму) для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Завдання 5.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Запитання до теми:

1. Перелічити і охарактеризувати основні види діаграм UML.
2. Що таке діаграми станів і діяльності та яке їхнє призначення?
3. Що таке діаграми компонентів і розгортання та яке їхнє призначення?
4. Опишіть спрощену стратегію використання UML-діаграм при моделюванні ПС.

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Практичне застосування UML для об'єктно-орієнтованого моделювання ПС.

Побудова діаграм UML (класів та послідовності) для лабораторної роботи №1. Виконання домашнього завдання №2.

Тема 3. .NET FRAMEWORK. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОВ C++ ТА C#

Огляд, мета і призначення теми: огляд основних принципів моделювання та його місце в життєвому циклі розробки програмних систем. Використання мови UML, огляд основних видів діаграм UML.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати основні етапи життєвого циклу ПС, охарактеризувати основні моделі ЖЦ ПС, знати та уміти будувати діаграми UML (діаграму класів, прецедентів, послідовності використання). Створити та запустити проєкт в Visual Studio.

Лабораторний практикум 3.

Знайомство з інтегрованим середовищем розробки Visual Studio. Перший проєкт в Visual Studio (45 хв.). Захист домашнього завдання №2 (45 хв.)

Опрацювання лекційного матеріалу і лабораторної роботи № 1.

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Пасажи́р" має два квитки на потяг № 772, що їде з Хмельницького до Києва і здає їх.

Завдання 1.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи продажу квитків на потяги.

Завдання 2.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Пацієнт" записується до лікаря-терапевта Іванова І.І. на 10:00, 10 жовтня 2022 року.

Завдання 2.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи поліклініки.

Завдання 3.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Студент Іванов І." авторизується як студент, реєструється на курс "ООП" де є один матеріал (завдання) і прикріплює відповідь, що складається з одного файлу "a.pdf".

Завдання 3.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи online навчання.

Завдання 4.1. Побудуйте діаграму послідовності (Sequence) для прецеденту: Актор "Адміністратор" додає інформацію про фільм "Тенет", для цього фільму він додає два сеанси 20.09.2022 о 15:00 та о 19:00 в залі №1.

Завдання 4.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для системи «Кінотеатр».

Завдання 5.1. Побудуйте діаграму послідовності використання (Sequence-діаграму) для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Завдання 5.2. Доопрацювати з урахуванням розробленої Sequence-діаграми діаграму класів (Class) для індивідуального варіанту лабораторної роботи №1.

Запитання до теми:

1. Перелічити і охарактеризувати основні види діаграм UML.
2. Що таке діаграми станів і діяльності та яке їхнє призначення?
3. Що таке діаграми компонентів і розгортання та яке їхнє призначення?
4. Опишіть спрощену стратегію використання UML-діаграм при моделюванні ПС.

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Практичне застосування UML для об'єктно-орієнтованого моделювання ПС.

Побудова діаграм UML (класів та послідовності) для лабораторної роботи №1. Виконання домашнього завдання №2.

Тема 4. ВТІЛЕННЯ ПАРАДИГМ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В МОВІ C#

Огляд, мета і призначення теми: .NET Framework. Порівняльний аналіз мов C++ та C#.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: вміти пояснити відмінності між класами та об'єктами. Знати та розуміти основні парадигми ООП. Розуміти та вміти використовувати перетворення типів, оператори та вирази в мові C#..

Лабораторний практикум 4.

Узгодження UML-діаграм до лабораторної роботи № 1 (45 хв.).
Захит домашнього завдання №3 (45 хв.).

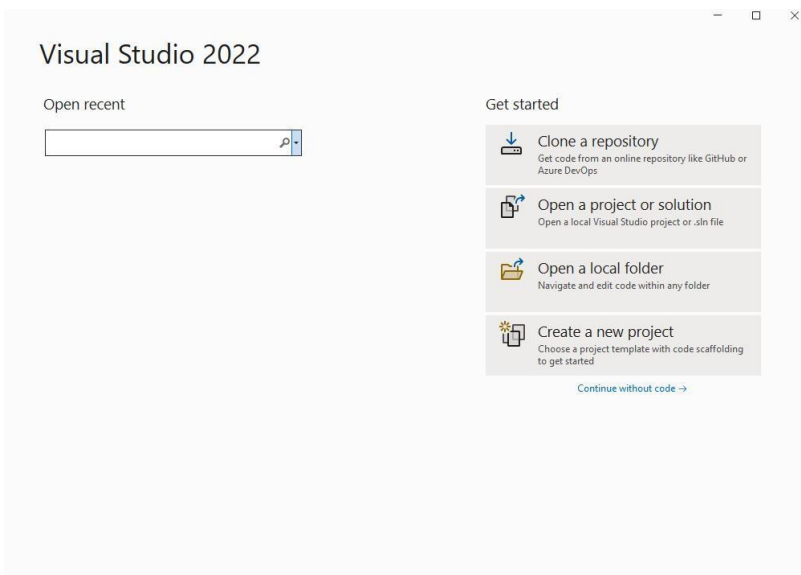
ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ

Інтегроване середовище розробки MS Visual Studio. Перше знайомство

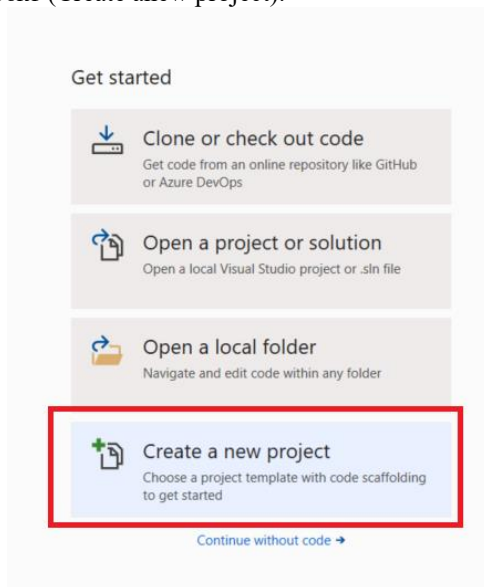
<https://docs.microsoft.com/uk-ua/visualstudio/install/install-visual-studio?view=vs-2022>

Завантажити Visual Studio 2022 в редакції Community можна з офіційного сайта – <https://visualstudio.microsoft.com/>

Після запуску Visual Studio ви перш за все побачите початкове вікно. Вікно запуску допомагає швидше дістатися до коду. Тут є дії, що дозволяють клонувати або витягти код, відкрити існуючий проєкт або рішення, створити новий проєкт або просто відкрити папку з файлами коду.



Для створення нового проєкту на початковому екрані виберіть Створити проєкт (Create anew project).



Відкривається діалогове вікно з заголовком Створення проєкту. У ньому можна виконати пошук, фільтрацію і вибір шаблону проєкту. Тут також відображається список недавно використаних шаблонів проєкту.

Введіть в поле пошуку вгорі рядок консоль, щоб залишити в списку лише ті типи проєктів, в імені яких є слово "консоль". Додатково уточніть результати пошуку, вибравши C # (або інший потрібну мову) із засобу вибору Мова.

The image displays two sequential screenshots of the Visual Studio project creation workflow.

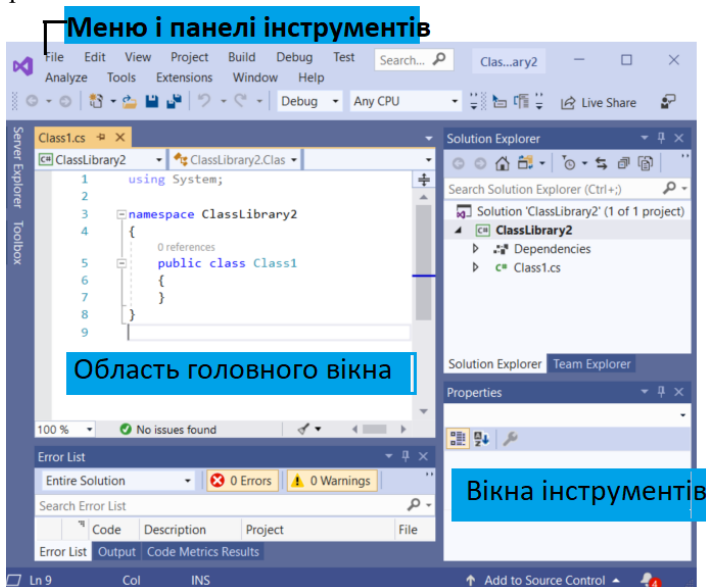
Top Screenshot: Create a new project

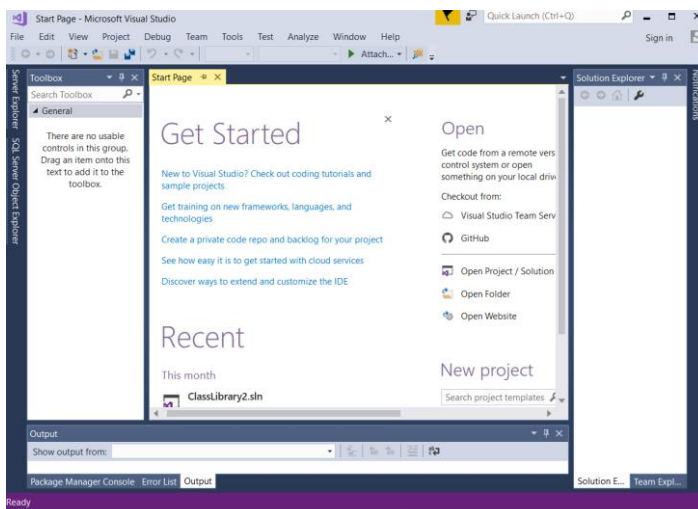
- Search for templates (Alt+S):** A search bar at the top with a magnifying glass icon.
- Language:** A dropdown menu is open, showing a list of languages: All Languages, C#, C++, F#, Java, JavaScript, Python, Query Language, TypeScript, and Visual Basic. C# is highlighted.
- Platform:** A dropdown menu showing 'Platform'.
- Project type:** A dropdown menu showing 'Project type'.
- Recent project templates:** A list on the left showing 'Class Library (.NET Standard)' with a 'C#' tag.
- Filtering by:** A section showing 'C#' and 'Console' as filters.
- Project templates:** A list of templates including 'Console App (.NET Core)' and 'Console App (.NET Framework)'. The 'Console App (.NET Framework)' template is selected, showing a description: 'A project for creating a command-line application'.
- Buttons:** 'Back' and 'Next' buttons at the bottom right.

Bottom Screenshot: Configure your new project

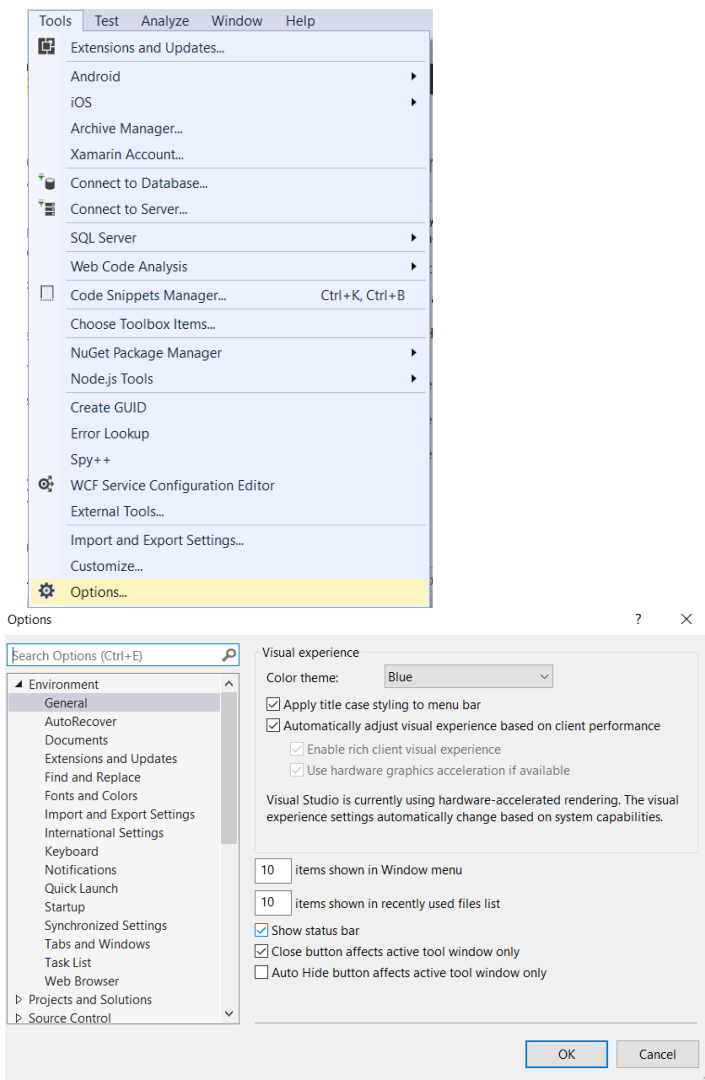
- Class Library (.NET Standard):** The selected project type, with 'C#' and 'Console' tags.
- Project name:** A text field containing 'ClassLibrary2'.
- Location:** A dropdown menu showing 'C:\Users\user\Source\Repos'.
- Solution name:** A text field containing 'ClassLibrary2'.
- Checkbox:** A checked checkbox labeled 'Place solution and project in the same directory'.
- Buttons:** 'Back' and 'Create' buttons at the bottom right.

Після відкриття Visual Studio можна вказати вікна інструментів, меню і панелі інструментів і простір головного вікна. Вікна інструментів прикріплені по лівій і правій сторонах вікна програми, а у верхній його частині розташовуються панель швидкого запуску, рядок меню, а також стандартна панель інструментів. У центрі вікна програми розташовується Початкова сторінка. Коли завантажені рішення або проект, на її місці будуть відображатися редактори і конструктори. При створенні програми ви будете проводити більшу частину часу в цій центральній області.

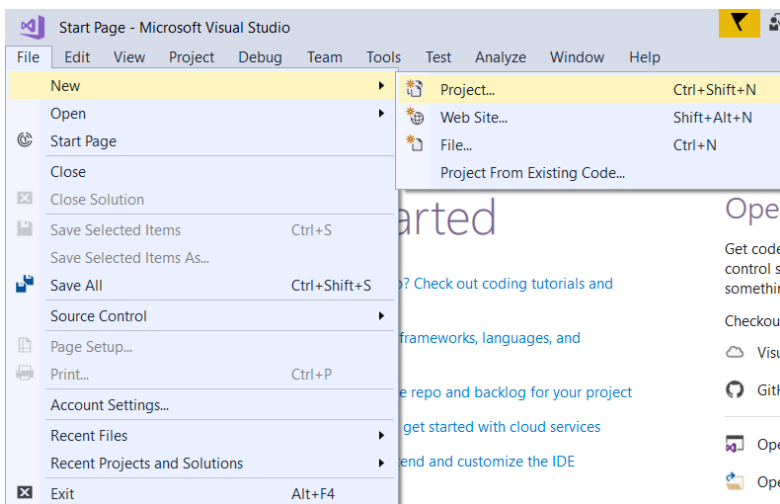




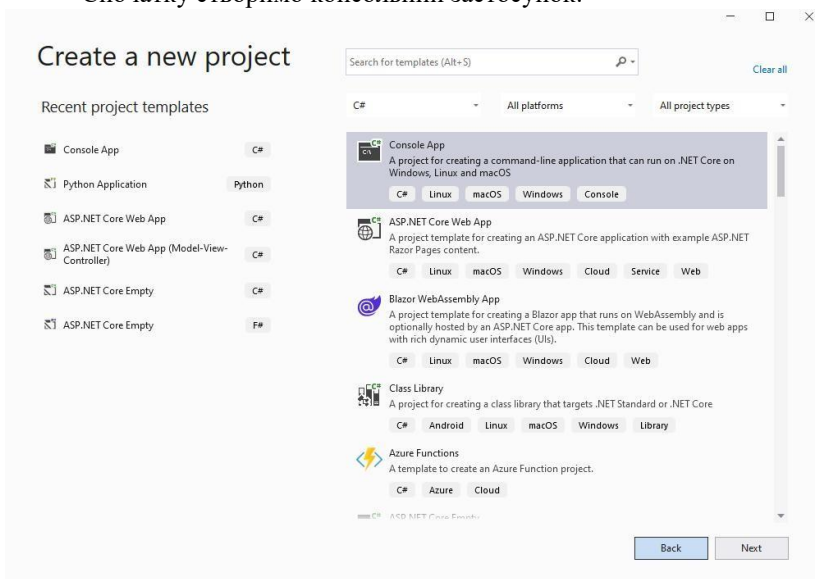
Можна зробити додаткові налаштування в Visual Studio, наприклад, змінити в редакторі накреслення і розмір шрифту тексту або за допомогою діалогового вікна Параметри колірну тему інтегрованого середовища розробки. Залежно від застосованого поєднання параметрів, деякі елементи в цьому діалоговому вікні можуть не відображатися. Можна налаштувати, щоб всі можливі параметри відображалися, вибравши прапорець "Показати всі параметри".



При створенні застосунку в Ms Visual Studio спочатку створюється проєкт і рішення.



Спочатку створимо консольний застосунок:



Configure your new project

Console App (.NET Core) C# Linux macOS Windows Console

Project name

ConsoleApp2

Location

C:\Users\user\Source\Repos

Solution

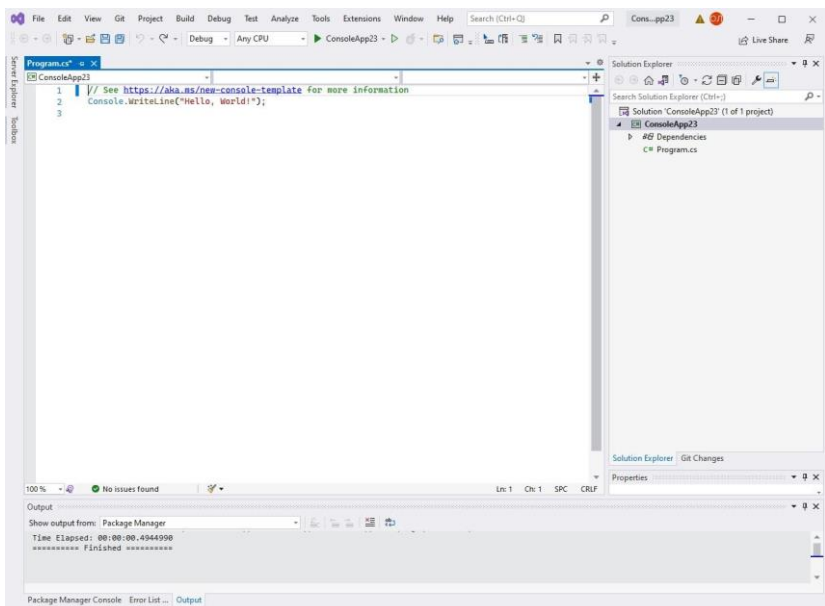
Create new solution

Solution name ⓘ

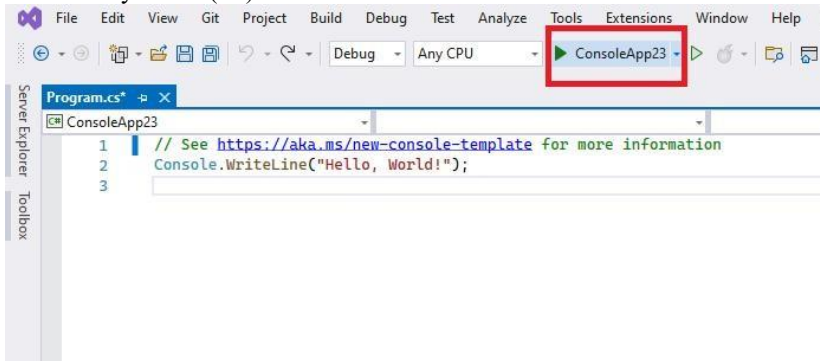
ConsoleApp2

☒ Place solution and project in the same directory

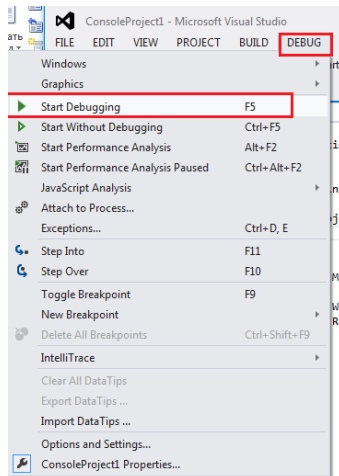
Back Create



Запустимо (F5):



або так

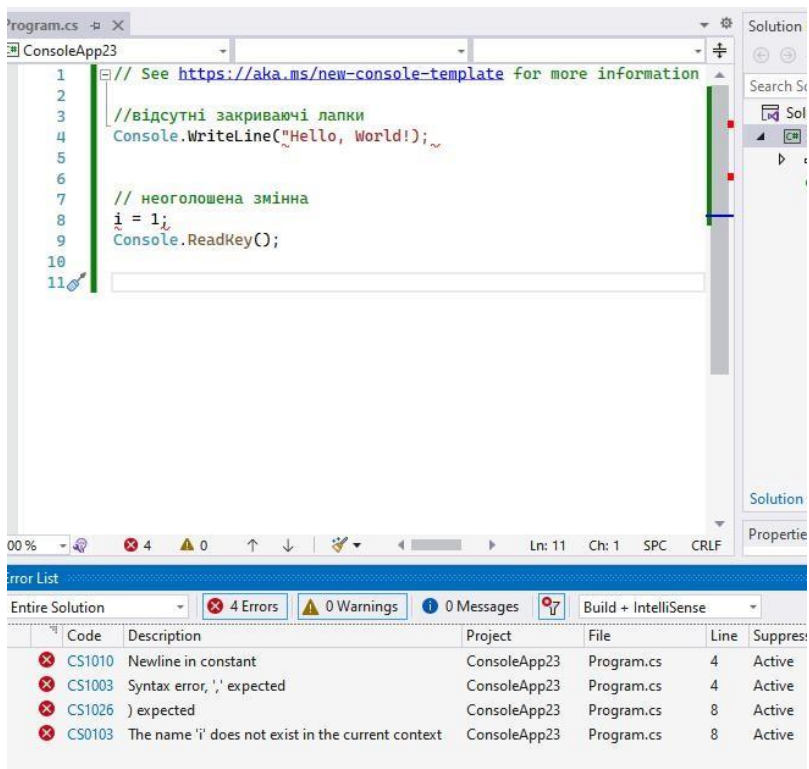


В результаті отримаємо:

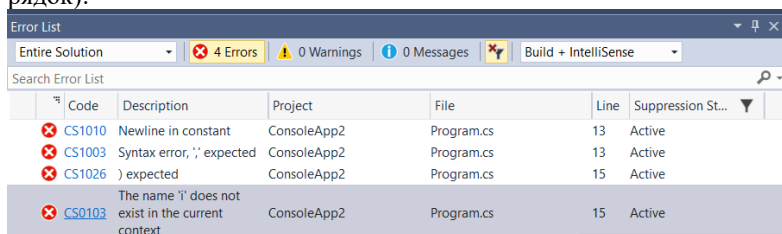
Hello world!!!

■

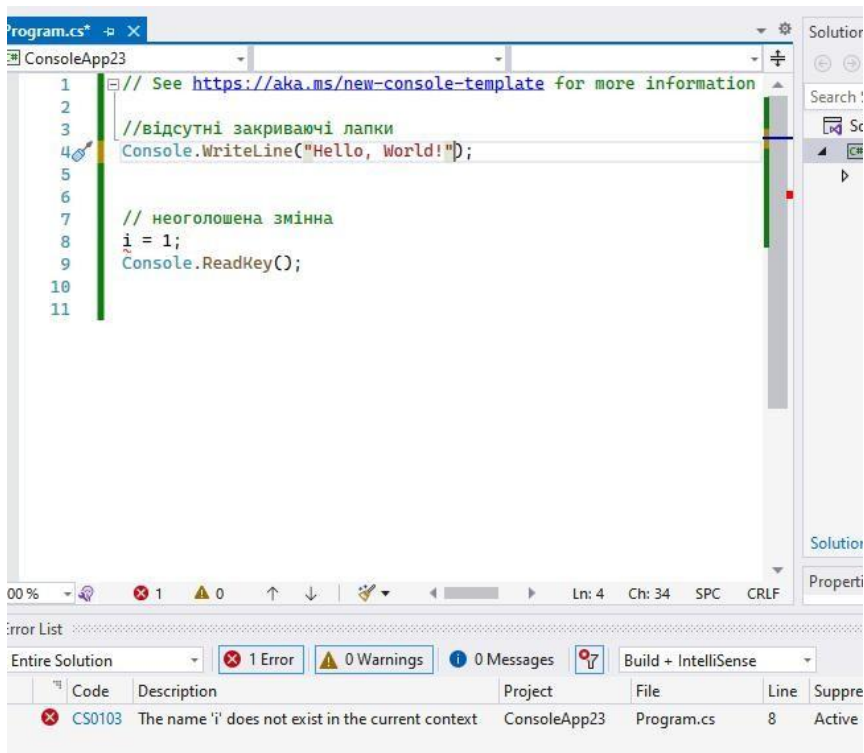
Нехай, ми допустилися помилок:



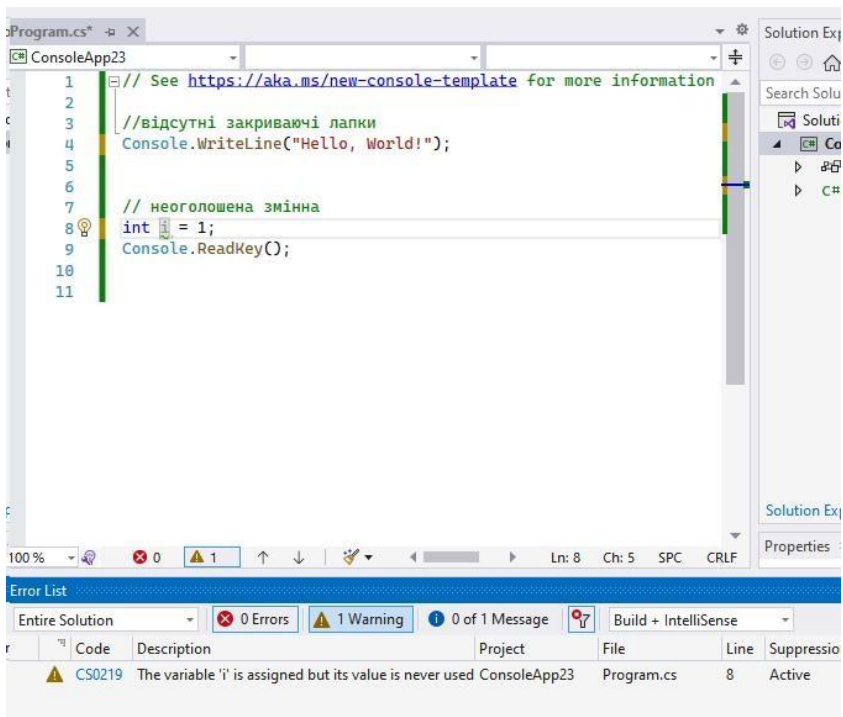
Тоді при виконання побудови, або при запуску отримаємо помилки (подвійним натисканням миші переходимо в потрібний рядок):



Виправимо першу помилку та знову перевіримо. При цьому отримаємо повідомлення про другу помилку:



Виправимо описаним нижче чином. Отримали повідомлення про невикористану змінну:



Якщо помилки компіляції допомагає знайти компілятор, то з логічними помилками дещо складніше. Додамо в код наступні зміни:

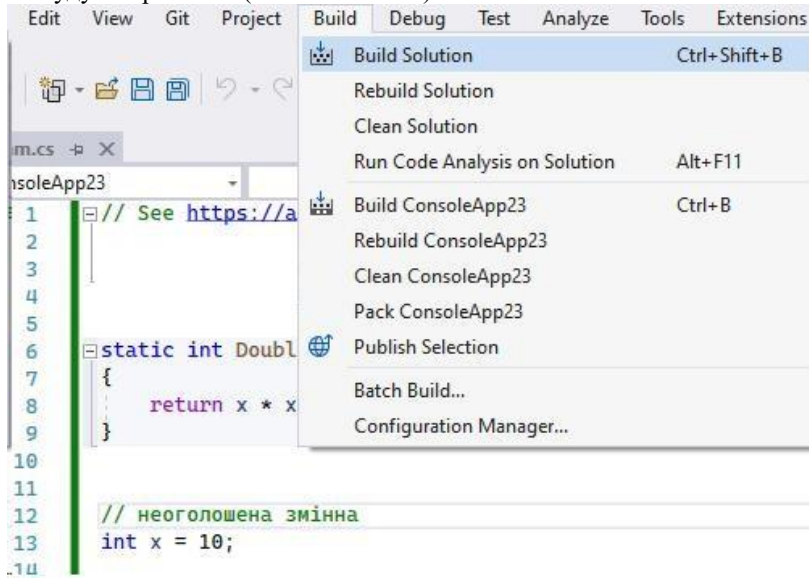
```
// See https://aka.ms/new-console-template

static int Double(int x)
{
    return x * x;
}

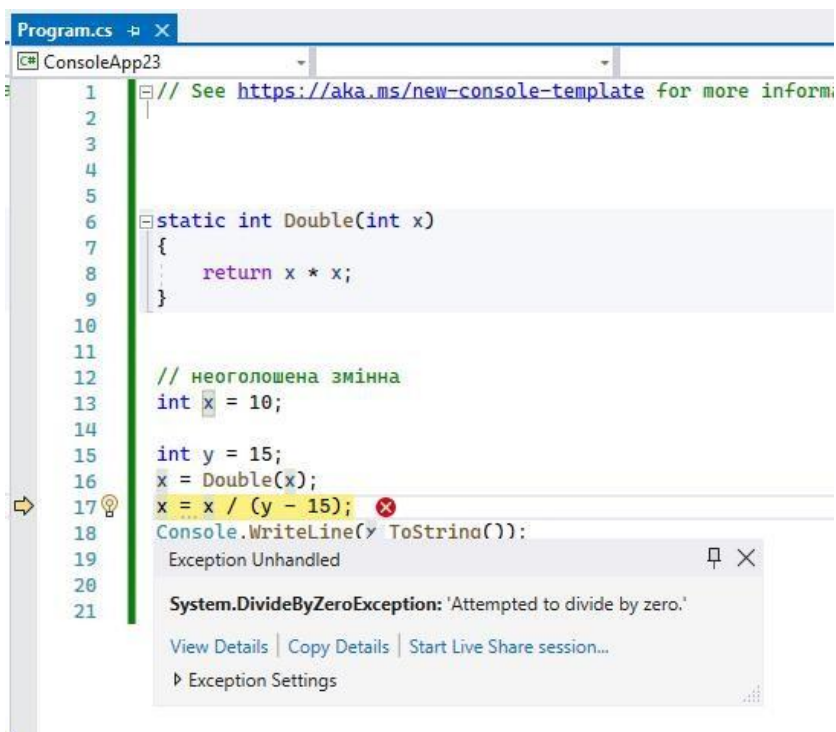
// неоголошена змінна
int x = 10;

int y = 15;
x = Double(x);
x = x / (y - 15);
Console.WriteLine(x.ToString());
```

Побудуємо рішення (помилки немає):



При запуску на виконання маємо помилку:



```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more information
2
3
4
5
6 static int Double(int x)
7 {
8     return x * x;
9 }
10
11
12 // неоголошена змінна
13 int x = 10;
14
15 int y = 15;
16 x = Double(x);
17 x = x / (y - 15);
18 Console.WriteLine(x.ToString());
19
20
21
```

Exception Unhandled

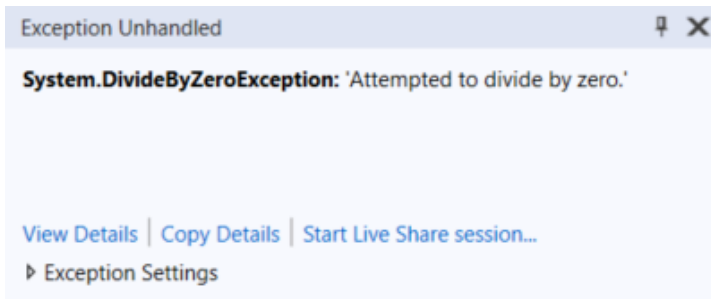
System.DivideByZeroException: 'Attempted to divide by zero.'

[View Details](#) | [Copy Details](#) | [Start Live Share session...](#)

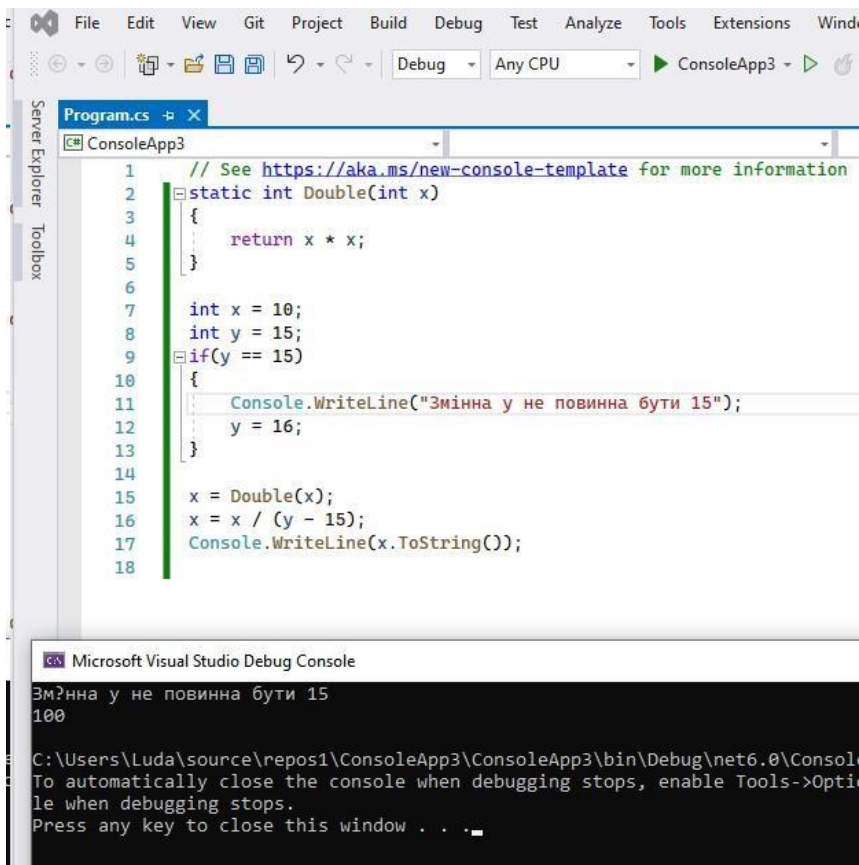
► [Exception Settings](#)

Сталася помилка, і середовище розробки взяло керування на себе, щоб ви змогли переглянути інформацію про помилку і спробували визначити її джерело. У редакторі коду жовтим кольором виділено рядок коду, в якому сталася помилка.

Назву помилки можна побачити в заголовку спливаючого вікна. Нижче під заголовком знаходиться опис помилки.



В даному випадку проблема проста (ділення на нуль) і наше завдання додати перед виконанням коду перевірку (перевірити, щоб змінна у не дорівнювала 15).



The screenshot shows the Visual Studio IDE with a C# console application named 'ConsoleApp3'. The code in 'Program.cs' is as follows:

```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more information
2 static int Double(int x)
3 {
4     return x * x;
5 }
6
7 int x = 10;
8 int y = 15;
9 if(y == 15)
10 {
11     Console.WriteLine("Змінна у не повинна бути 15");
12     y = 16;
13 }
14
15 x = Double(x);
16 x = x / (y - 15);
17 Console.WriteLine(x.ToString());
18
```

The program is running in debug mode. The output in the 'Microsoft Visual Studio Debug Console' is:

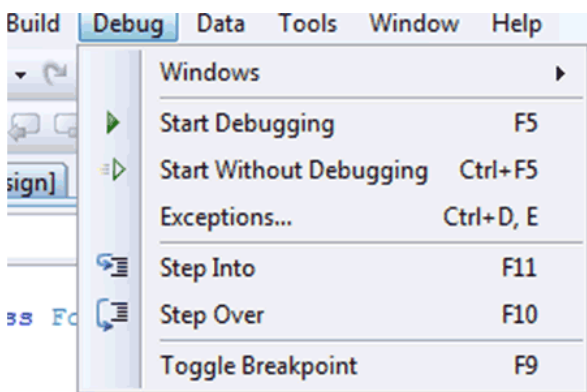
```
Змінна у не повинна бути 15
100
C:\Users\Luda\source\repos1\ConsoleApp3\ConsoleApp3\bin\Debug\net6.0\ConsoleApp3.exe
To automatically close the console when debugging stops, enable Tools->Options->
Press any key to close this window . . .
```

Помилку далеко не завжди так легко визначити. Бувають випадки, коли потрібно пройти програму покроково, рядок за рядком, у пошуках вразливого місця, яке призвело до проблеми.

Спробуємо пройти програму покроково. Проходити всю програму крок за кроком проблематично, тому що дуже багато відбуватися за лаштунками, в тому числі і обробка подій. Тому

найчастіше заздалегідь визначається блок коду, який потрібно проаналізувати.

Для того, щоб налагодження програми було доступне, програма повинна бути запущена в режимі налагодження з середовища розробки. Натиснення клавіші F5 (Start Debugging) запускає програму в налагоджувальному режимі. Щоб запустити програму без можливості налагодження, потрібно натиснути Ctrl + F5 (Start Without Debugging). Відповідні пункти меню можна знайти в меню Debug:



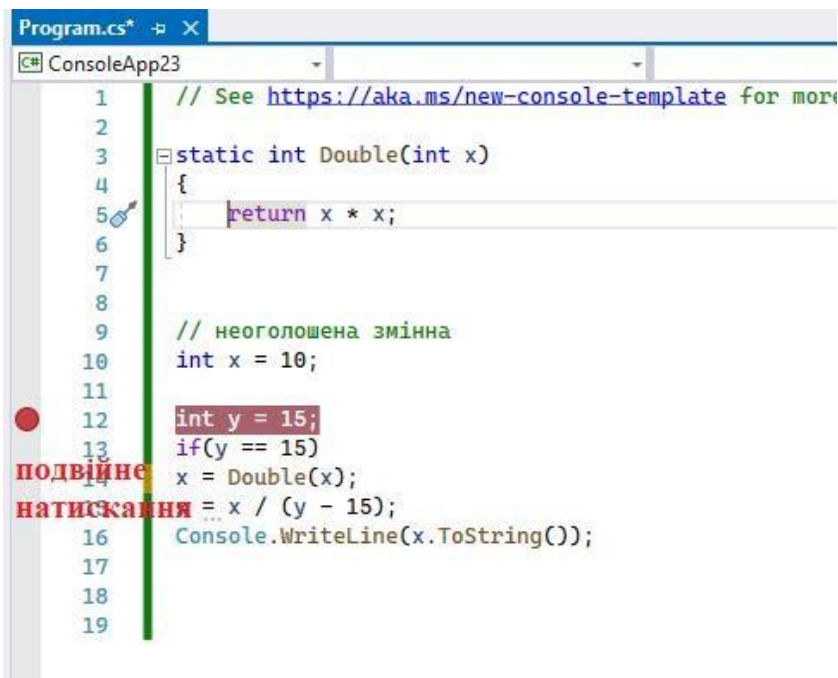
Debug | Start Debugging запустити в режимі налагодження

Debug | Start Without Debugging запустити в режимі виконання і без можливості налагодження.

Поставимо точки переривання в потрібному нам місці.

Точка переривання - це точка в коді програми, при досягненні якої виконання програми буде перервано і управління буде передано середовищу розробки.

Ви можете створювати точки зупинки (переривання) в довільному місці програми де є код і програма може перервати виконання.



```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more
2
3 static int Double(int x)
4 {
5     return x * x;
6 }
7
8
9 // неоголошена змінна
10 int x = 10;
11
12 int y = 15;
13 if(y == 15)
14     x = Double(x);
15     x = x / (y - 15);
16 Console.WriteLine(x.ToString());
17
18
19
```

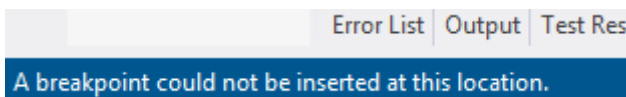
подвійне
натискання

Для створення точки перейдіть на потрібний рядок і:

- Натисніть **F9**;
- Виберіть меню **Debug | Toggle Breakpoint**;
- Двічі клацніть на смужці сірого кольору, ліворуч від рядка тексту у вікні редактора коду.

Навпроти рядка на смужці сірого кольору зліва від тексту з'явиться червона крапка, що символізує, що тут стоїть точка зупинки. Якщо ще раз спробувати поставити точку зупинки на цьому ж рядку, то її буде знято.

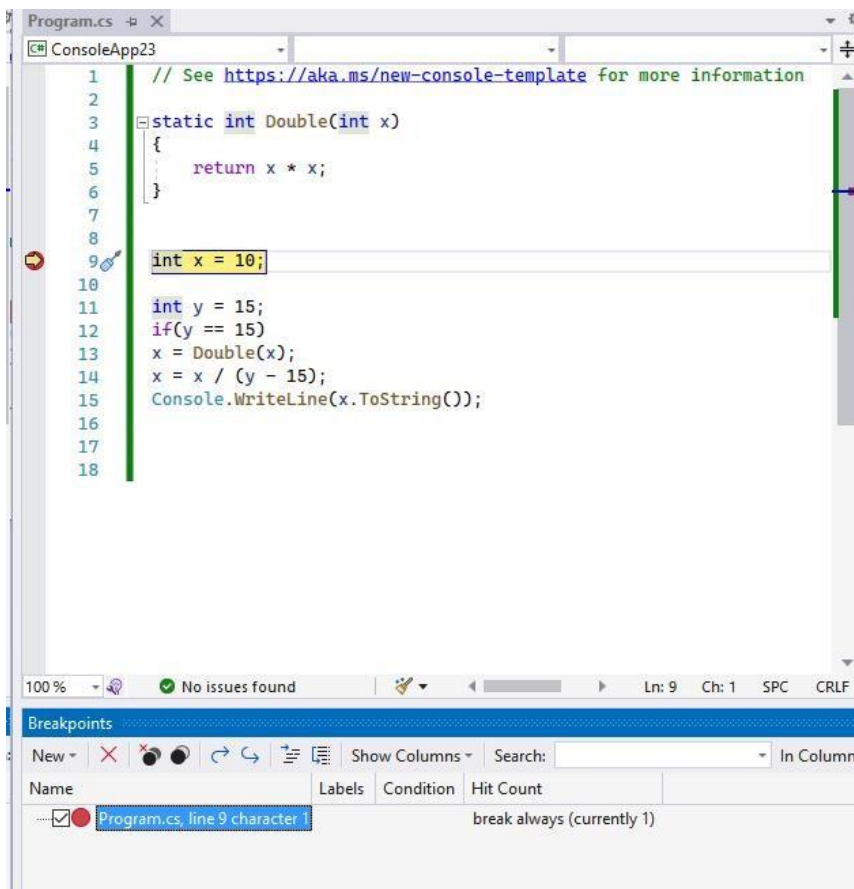
Якщо точку на поточному рядку встановити не можна, то в рядку стану середовища розробки з'явиться відповідне повідомлення:



Так як ми налагоджуємо метод з самого початку, то поставте курсор на рядок з іменем методу і натисніть F9. Тепер можна запускати програму. Точку зупинки можна ставити в будь-який момент, навіть під час виконання програми.

```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more info
2
3 static int Double(int x)
4 {
5     return x * x;
6 }
7
8 S
9 int x = 10;
10
11 int y = 15;
12 if(y == 15)
13     x = Double(x);
14     x = x / (y - 15);
15 Console.WriteLine(x.ToString());
16
17
18
```

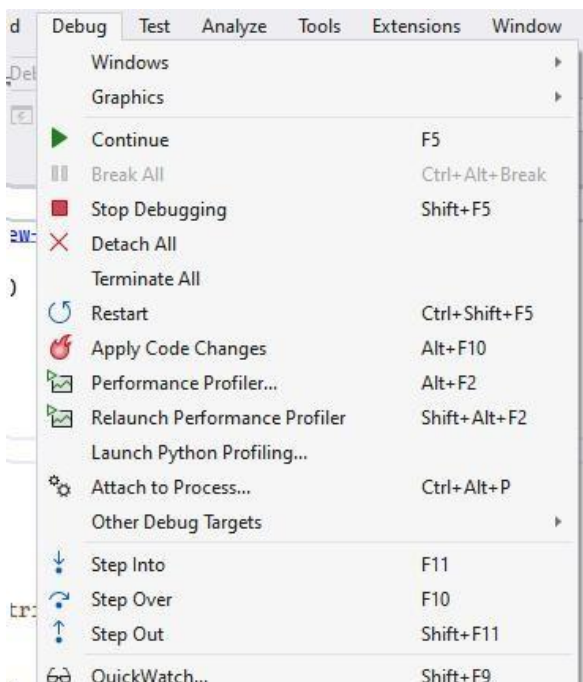
Запустіть програму. Так як ми поставили точку зупинки, середовище розробки перехопить на себе виконання і виділить оператор, який можна виконати наступним кроком жовтим кольором (назвемо цю точку курсором покрокового виконання програми):



Курсор покрокового виконання зупинився на точці і тепер хочемо почати тестування коду. На панелі з'явилася нова панель налагодження:



Ці команди також можна знайти в меню:



Continue (F5) - продовжити виконання програми.

Stop debugging (Shift+F5) - зупинити налагодження. При цьому зупиниться і виконання програми. Виконання програми перерветься на тій точці, на якій зараз і знаходиться, тобто вона не буде завершена коректно;

Restart (Ctrl+Shift+F5) - перезапустити програму. Виконання програми буде перервано;

Step Into (F11) - виконати черговий оператор з входженням в код методу. Якщо це метод, то перейти в початок цього методу, щоб почати налагодження. Наприклад, якщо ви знаходитесь на рядку: `x = Метод(x)` то, курсор покрокового виконання перейде на початок методу **Метод** і ви зможете налагодити цей метод;

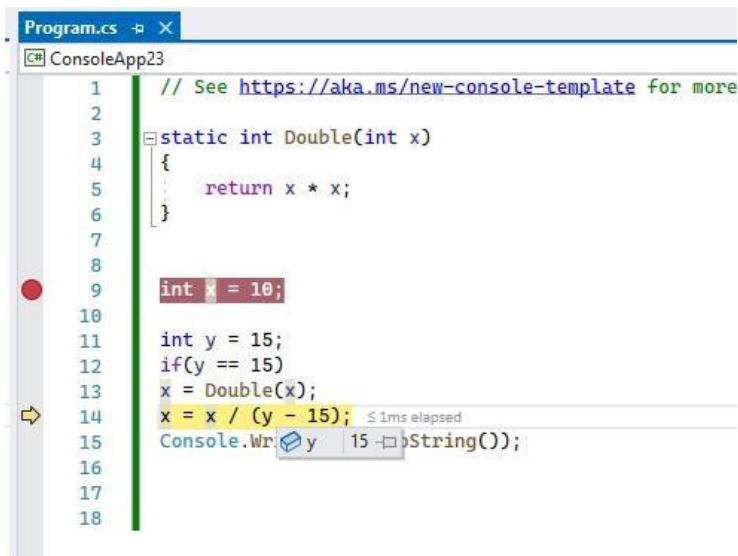
Step Over (F10) - виконати черговий оператор. Якщо це метод, то він буде повністю виконаний, тобто курсор виконання не входить у середину методу;

Step out (Shift+F11) - вийти з методу. Якщо ви налагоджуєте метод і натиснете цю кнопку, то метод виконається до кінця і курсор покрокового виконання вийде з методу і зупиниться на наступному рядку після виклику даного методу. Наприклад, якщо ви налагоджуєте деякий метод, і натиснете цю кнопку, то метод виконається до кінця, а виконання зупиниться на наступному за методом рядку.

Спробуйте покроково виконати код методу, натискаючи клавішу **F10**. Потім запустіть знову додаток і спробуйте покроково виконати його, натискаючи клавішу **F11**. Коли відбудеться помилка, спробуйте перервати роботу налагодження і додатку, натиснувши **Shift+F5**.

Виконайте покроково код так, щоб курсор виконання зупинився на наступному рядку: `x = x / (y - 15);`

Потрібно дізнатися, чому відбувається помилка. Так як помилка в діленні, то потрібно переглянути, на що відбувається ділення. У даному випадку це дужка. Наведіть мишкою на дужку, що відкривається або закривається і ви побачите спливаючу підказку, в якій знаходиться результат обчислення значення в дужках:



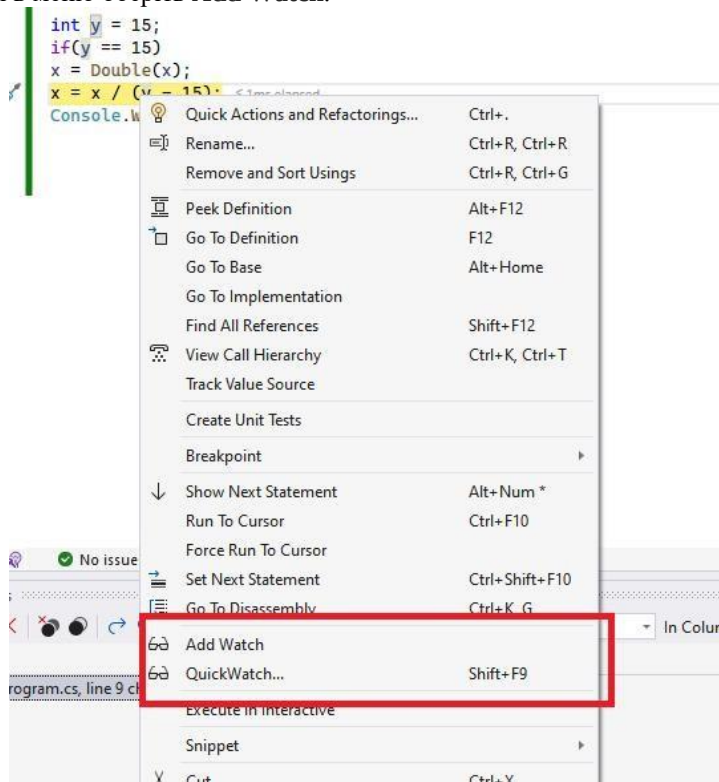
The screenshot shows a Visual Studio Code editor window titled "Program.cs" and "ConsoleApp23". The code is as follows:

```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more
2
3 static int Double(int x)
4 {
5     return x * x;
6 }
7
8
9 int x = 10;
10
11 int y = 15;
12 if(y == 15)
13     x = Double(x);
14     x = x / (y - 15);
15     Console.WriteLine(y);
16
17
18
```

The debugger is active, and a tooltip is visible over the closing parenthesis of the expression `(y - 15)` on line 14. The tooltip displays the value `15` and indicates that the calculation took `< 1ms elapsed`.

Результат знаходиться після вертикальної риски і він дорівнює нулю. Ви можете наводити мишкою на будь-яку змінну, і налагоджувач покаже вам її значення у вигляді спливаючої підказки.

Якщо потрібно мати список змінних, значення яких будемо відслідковувати, тоді доцільно скористатися списком **Watch**. Для цього стоячи на змінній, в режимі відлагодження, натисніть праву кнопку миші і в меню оберіть **Add Watch**.



Крім того, спробуйте **Add Parallel Watch**
та **QuickWatch**:

Program.cs x

ConsoleApp23

```
1 // See https://aka.ms/new-console-template for more information
2
3 static int Double(int x)
4 {
5     return x * x;
6 }
7
8
9 int x = 10;
10
11 int y = 15;
12 if(y == 15)
13     x = Double(x);
14 x = x / (y - 15);
15 Console.WriteLine(x.ToString());
16
17
18
```

QuickWatch

Expression: y

Value: 100

Reevaluate

Add Watch

Name	Value	Type
y	100	int

Close

100 % No issues found

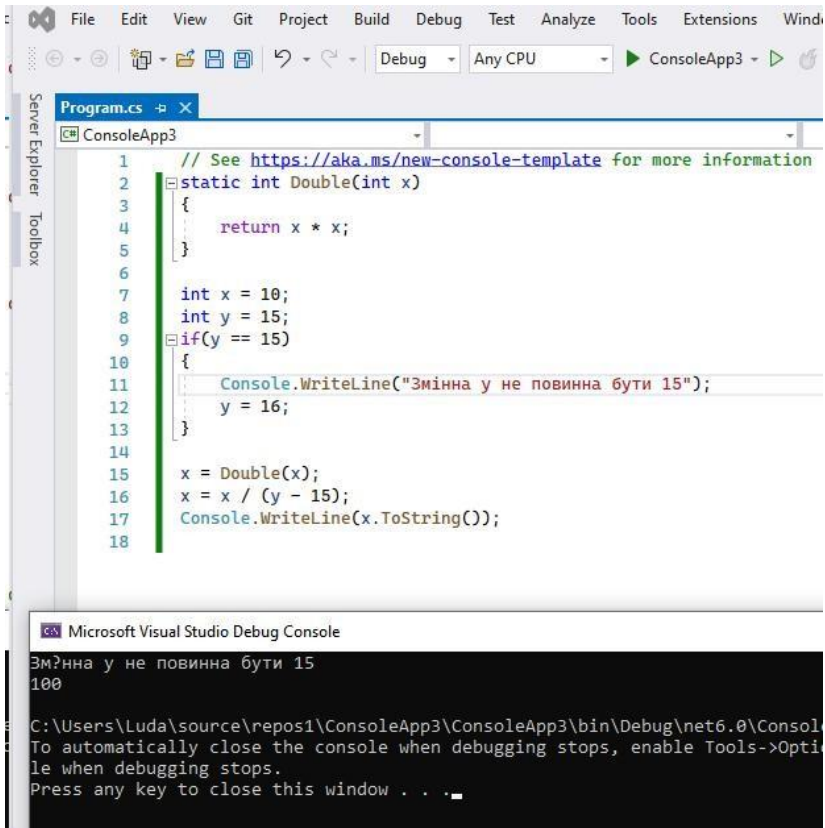
Watch 1

Search (Ctrl+E)

Search Depth: 3

Name	Value
x	100
y	100
x*2	200
y	100

Add item to watch



ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ

Вимоги і рекомендації з написання коду

Написати програму – це більше, ніж правильно її оформити та змусити коректно виконуватись. Програми згодом неминуче модифікуються, повторно використовуються для побудови інших програм тощо. Тому велике значення має простота та зрозумілість їхньої внутрішньої структури. Інколи добре написану чужу програму набагато простіше зрозуміти, ніж власну, але написану погано. Культура написання коду сприяє зменшенню помилок у програмах і полегшує їхню модифікацію та повторне використання.

Під **стилем** програмування зазвичай розуміють набір прийомів і методів, що застосовуються з метою одержання правильних і ефективних програм, зручних для сприйняття, повторного застосування й модифікації.

Вибір імені

Імена мають програми, інтерфейси, класи, поля, Коли їх у програмі з десяток чи два, то вибір не є дуже принциповим питанням. Однак коли їхня кількість у системі сягає десятків, сотень, а то й тисяч, то, щоб не втратити контроль над системою, при виборі імен необхідно дотримуватись певної строгої дисципліни й порядку.

Доцільно використовувати осмислені імена для глобальних змінних *i*, за можливості, короткі – для локальних. Глобальні змінні, функції, класи та структури за означенням можуть з'являться у довільному місці програми, тому найважливішою для них є інформативність, а не довжина. Краще використовувати глобальні імена так, щоб вони явно вказували на смисл понять, що ними подаються, тобто мали відповідну **мнемоніку**. Корисно опис кожної змінної, методу, класу, інтерфейсу супроводжувати коротким коментарем.

Однак коментарі не мають містити очевидної інформації на зразок того, що оператор `i++` збільшує змінну `i` тощо.

Для локальних змінних, навпаки, краще підходять короткі імена. Для використання всередині функції цілком підійдуть імена `i`, `j`, `n` тощо. При цьому для лічильників циклу зазвичай

використовуються імена *i*, *j*, для рядків – *s*, *t*. Як правило, використовують англomовні назви змінних, назв класів, інтерфейсів, методів, властивостей, полів тощо, які відповідають їх ролі в програмі.

Існує багато корпоративних домовленостей і традицій іменування, які фіксуються у спеціальних внутрішніх стандартах виробників. Наприклад, часто для методів використовуються імена, побудовані з дієслів та іменників, а для полів, класів, властивостей – іменники.

Форматування тексту

Оператори й вирази. Ці основні конструкції програм слід писати так, щоб їхній зміст був максимально зрозумілим. Найпростіший спосіб досягти цього – форматування коду за допомогою відступів, табуляцій, порожніх рядків. Розглянемо два тексти однієї й тієї самої програми. Очевидно, що другий текст більш читабельний саме завдяки використанню його якісного форматування.

Лістинг 1.

```
public class TestCollections{ public static void TestList()

    {var testList = new List<int>{3, 4, 2, 1};

    for(var i = testList.Count -1; i >= 0; i--) {if(testList[i]>2)
testList.RemoveAt(i); }

    testList.Sort();foreach      (int      el      in      testList)
{Console.WriteLine(el); }}
```

Лістинг 2.

```
public class TestCollections
{
    public static void TestList()
    {
        var testList = new List<int>{3, 4, 2, 1};
        for(var i = testList.Count -1; i >= 0; i--)
```

```

    {
        if(testList[i]>2)
        {
            testList.RemoveAt(i);
        }
    }

    /*сортування в лексикографічному порядку*/
    testList.Sort();
    foreach (int el in testList)
    {
        Console.WriteLine(el);
    }
}

```

Зрозумілість і стислість коду – не одне й те саме. Головним критерієм вибору синтаксису для коду має бути простота його сприйняття.

Відступи, табуляції, переходи на новий рядок допомагають краще структурувати код. Порожні рядки допомагають розбивати код програми на логічні сегменти.

Деякі рядки можуть відділятися: секції у вихідному файлі, класи та інтерфейси.

Одним порожнім рядком відокремлюються один від одного: методи, локальні змінні від перших операторів, логічні секції всередині методу для більш зручного читання.

Один прогалик використовується в оголошенні методів після коми, але не перед дужками: `TestMethod (a, b, c);`

Приклад неправильного використання:

```
TestMethod (a,b ,c); або TestMethod (a, b, c );
```

Так само одиночний прогалик може бути використаний для виділення операторів: `a = b`; неправильне використання: `a=b`;

Також прогалики використовуються і при форматуванні циклів: `for (int i = 0; i <10; ++i)`; неправильне використання: `for (int i=0; i<10; ++i)`, або `for (int i = 0;i <10;+ + i)`.

При оголошенні і ініціалізації змінних бажано використовувати «табличне» форматування:

```
string name      =      "Mr. Ed";  
int myValue      =      5;  
Test aTest       =      Test.TestYou;
```

Чи варто розташовувати відкриваючу фігурну дужку в тому самому рядку, що й `if` або `while`, чи в наступному? Важлива не стільки конкретика вибраного стилю, скільки логічність і послідовність його застосування.

Основні домовленості та рекомендації з написання коду

Деякі домовленості та рекомендації з написання коду на C#:

- Не використовуйте публічних або захищених полів, замість цього використовуйте властивості.
- Використовуйте автоматичні властивості.
- Завжди вказуйте модифікатор доступу `private`, навіть якщо дозволено його опускати.
- Завжди ініціалізуйте змінні, навіть коли існує автоматична ініціалізація.
- Використовуйте порожній рядок між логічними секціями у вихідному файлі, класі, методі.
- Використовуйте проміжну змінну для передачі bool-значення результату функції в умовний вираз `if`.

```
bool boolVariable = GetBoolValue ();  
if (boolVariable)  
{  
}
```

- Уникайте файлів з більш ніж 500 рядками коду.

- Уникайте методів з більш ніж 200 рядками коду.
- Уникайте методів з більш ніж 5 аргументами, використовуйте структури для передачі великого числа параметрів.
- Один рядок коду не повинна мати довжину більше 120 символів.
- Для коментарів у один рядок використовується «C++» подібний стиль: «//» Цей стиль найбільш зручний при документуванні параметрів. Переважно використовувати даний стиль замість /* коментар */ там, де це можливо.

`int i; // змінна для циклу.`

- Для стандартних блокових коментарів використовуються наступні стилі:

```
/*
 *
 * Line 1
 * Line 2
 * Line 3
 */
```

або такий стиль:

```
/* Blabla */
```

- Загальноприйнятим стандартом в оголошеннях є один рядок на екземпляр. Завдяки цьому з'являється зручність читання і написання коментаря:

```
int level; // indentation level
int size; // size of table
```

Бажано не ставити оголошення в один рядок.

```
int a, b; // Неправильно!
```

- Розташовуйте відкриваючі та закриваючі фігурні дужки на новому рядку.
- Використовуйте фігурні дужки для виразів `if`, навіть коли у вираз входить лише один рядок коду.
- Не використовуйте пробіл замість символу табуляції.
- Намагайтеся застосовувати максимум інкапсуляції для примірників об'єктів які ви створюєте. Чи не ставте `public` там де це не потрібно. Використовуйте максимальний рівень захисту. Тобто намагайтеся відкривати доступ від мінімального (`private`) до максимального (`public`).

- Використовуйте властивості замість прямого відкриття `public`, для змінних класу.
- Не використовуйте так званих «магічних чисел». Замість цього оголошуйте константи і статичні змінні:

```
public class MyMath
{
    public const double PI = 3.14159;
}
```

Стилі використання регістрів

Нижче описані різні способи написання ідентифікаторів та рекомендації з їх застосування.

Стиль **Pascal casing**

Перша літера ідентифікатора і перша буква кожного наступного приєднаного слова є прописними. Стиль **Pascal** можна використовувати для ідентифікаторів, що складаються з трьох і більше букв.

Pascal casing рекомендується використовувати для опису:

- всіх визначень типів, у тому числі призначених для користувача класів, перерахувань, подій, делегатів і структур;

- значення перерахувань;
- `readonly` полів і констант;
- інтерфейсів;
- методів;
- просторів імен (`namespace`);
- властивостей;
- публічних полів;

Стиль **Camel casing**

Перша літера ідентифікатора рядкова, а перша літера кожного наступного приєднаного слова - прописана.

Стиль **Camel casing** рекомендується використовувати для опису імен:

- локальних змінних;
- аргументів методів;
- захищених (protected) полів.

Стиль Upper Case

Всі букви в назві є прописними. Цей стиль рекомендується використовувати лише при іменуванні «коротких» констант, наприклад PI або E. В інших випадках бажано використовувати Pascal Casing.

В таблиці 4 представлено зведену таблицю використання регістрів, префіксів та суфіксів при найменуванні ідентифікаторів в C#.

Таблиця 4. Зведена таблиця використання регістрів та префіксів

Ідентифікатор	Регістр	Приклад
Клас структура	Pascal Casing	public class TestClass { ... }
Інтерфейс	Pascal Casing Починається префіксом «I»	public interface IEnumerable { ... }
Значення перелічного типу	Pascal Casing	enum SampleEnum { FirstValue, SecondValue }
Перелічний тип	Pascal Casing	
Делегат обробник події	Pascal Casing Закінчується суфіксом «EventHandler»	public delegate void AnswerCreatedEventHandler(object sender, AnswerCreatedEventArgs); public class AnswerCreatedEventArgs: EventArgs

Клас-нащадок від EventArgs	Pascal Casing Закінчується суфіксом «EventArgs»	Args { public int CreatedId; public int ParentId; public string CreatorName; }
Класи виключень	Pascal Casing Закінчується суфіксом «Exception»	public class SampleException: System.Exception { public SampleException() { } }
Namespace, властивості, методи, public поля,	Pascal Casing	namespace System.Security { ... }
Protected/private поля, параметри	Camel Casing Починається з суфікса «_»	private int _samplePrivateField;
Користуваччий атрибут	Pascal Casing Закінчується суфіксом «Attribute»	[System.AttributeUsage(System.AttributeTargets.All, Inherited = false, AllowMultiple = true)] sealed class SampleAttribute: System.Attribute { public SampleAttribute() { } }
«Коротка» (1-3 літери) константа	Стиль Upper Case	public const PI = 3.14159;

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1.1 Створіть проекти, які виводять текст «Hello World!» за шаблонами Console Application, Windows Forms Application та WPF Application.

Завдання 1.2

- 1) Необхідно створити новий solution
- 2) Додати новий проект Console Application, в якому буде можливість вводити ціле число, після чого буде відображено текст "Ви ввели число N"
- 3) Додати ще один проект Windows Forms Application, в якому нна форму необхідно додати компонент textBox для введення цілих чисел, та компонент button, при натисненні на котрий, буде відображатися MessageBox з текстом "Ви ввели число N"

Завдання 2.1. Використовуючи Visual Studio, створіть проект за шаблоном Console Application.

Необхідно створити консольний проект, який містить щонайменше 4 класи:

1) абстрактний клас Student (з атрибутами name та state (рядки), конструктором з параметром ім'я, що ініціалізує ім'я та порожній state, публічними методами void Relax(), Read(), Write() (до state додають підрядок "Relax", "Read", "Write" відповідно) та абстрактним методом Study).

2, 3) класи GoodStudent та BadStudent, що успадковуються від Student (з конструктором з параметром name, який викликає базовий конструктор та до state додає "good" чи "bad" відповідно, перевизначеним методом Study() що для GoodStudent викликає по черзі методи Read(), Write() Read(), Write() та Relax(), а для BadStudent методи Relax(), Relax(), Relax(), Relax(), Read()).

4) клас Group (з атрибутами назва групи (рядок) та список студентів (List<Student>), конструктор з параметром назва групи, методи AddStudent(Student st) (додавання студента), GetInfo() - видає рядок з назвою групи та перерахованими іменами студентів), GetFullInfo() - видає рядок з назвою групи, перерахованими іменами студентів та їх статусами),

Організувати можливість введення груп та студентів до груп та виведення інформації про них.

Перелік методів та класів не є вичерпним.

Завдання 2.2.

- 1) Створити новий проєкт Console Application
- 2) Додати в проєкт новий абстрактний клас Worker, в якому будуть:
 - конструктор, який приймає на вхід ім'я
 - параметри: Name, Position, WorkDay
 - методи : Call(), WriteCode(), Relax() - які відповідають за дії співробітника протягом робочого дня
 - абстрактний метод FillWorkDay();
- 3) Додати новий клас Developer, що є нащадком класу Worker, в якому будуть:
 - конструктор, в якому визначається параметр Position як "Розробник"
 - перевизначення метода FillWorkDay(), в якому послідовно викликаються методи: WriteCode(), Call(), Relax(), WriteCode().
- 4) Додати новий клас Manager, що є нащадком класу Worker, в якому будуть:
 - конструктор, в якому визначається параметр Position як "Менеджер"
 - приватна змінна типу Random
 - перевизначення метода FillWorkDay(), в якому метод Call() викликається рандомну кількість разів (від 1 до 10), потім метод Relax(), після чого знову метод Call() викликається рандомну кількість разів (від 1 до 5)
- 5) Додати в проєкт новий клас Team, в якому будуть:
 - конструктор, який приймає на вхід ім'я
 - приватна змінна з переліком співробітників
 - метод додавання нового співробітника у команду
 - метод виведення інформації про команду (назва команди і ПІБ співробітників з нового рядку кожне)
 - метод виведення детальної інформації про команду (назва команди і інформація про співробітників у вигляді: <Name> - <Position> - <WorkDay>)
- 6) Організувати можливість введення команд та співробітників до команд та виведення інформації про них

Завдання 3.

- 1) Створіть проект за шаблоном Console Application
- 2) Додайте новий клас Converter, який містить:
 - параметри, що відповідають курсу долара та євро по відношенню до гривні
 - конструктор, який приймає на вхід 2 аргументи типу decimal, та ініціалізують параметри
- 3) Реалізуйте програму, яка буде виконувати конвертацію з гривні в одну з зазначених валют та навпаки

Завдання 4. Створити консольний додаток TestPolymorphism і клас TestOverload з трьома методами DisplayOverload. Запустити його. Який результат?

```
class TestOverload
{
    1 reference
    public void DisplayOverload(int a)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload " + a);
    }
    1 reference
    public void DisplayOverload(string a)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload " + a);
    }
    1 reference
    public void DisplayOverload(string a, int b)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload " + a + b);
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        TestOverload to = new TestOverload();

        to.DisplayOverload(100);
        to.DisplayOverload("aaa");
        to.DisplayOverload("bbb", 2);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 5. Створити консольний додаток TestPolymorphism і клас TestOverload з двома методами DisplayOverload. Запустити його. Який результат?

```
class TestOverload
{
    2 references
    public void DisplayOverload()
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload void");
    }
    2 references
    public int DisplayOverload()
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload int");
        return 0;
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        TestOverload to = new TestOverload();

        to.DisplayOverload();
        int i = to.DisplayOverload();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 6. Створити консольний додаток TestPolymorphism і клас TestOverload з двома методами DisplayOverload. Запустити його. Який результат?

```
3 references
class TestOverload
{
    2 references
    static public void DisplayOverload(int i)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload static int");
    }
    2 references
    public void DisplayOverload(int i)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload void int");
    }
    1 reference
    public void DisplayOverload(string a)
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload void string");
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        TestOverload to = new TestOverload();
        TestOverload.DisplayOverload(1);
        to.DisplayOverload(1);
        to.DisplayOverload("aaa");
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 7. Створити консольний додаток TestPolymorphism і клас TestOverload з методами DisplayOverload. Запустити його. Який результат?

```
2 references
class TestOverload
{
    1 reference
    public void DisplayOverload()
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload public");
    }
    1 reference
    protected void DisplayOverload()
    {
        Console.WriteLine("DisplayOverload protected");
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        TestOverload to = new TestOverload();
        to.DisplayOverload();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 8. Створити консольний додаток TestPolymorphism і клас TestOverload з методами DisplayOverload. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class TestOverload
{
    1 reference
    public void DisplayOverload(int a, string a)
    {
        double a = 1.1;
        Console.WriteLine("DisplayOverload int a string a");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        TestOverload to = new TestOverload();
        to.DisplayOverload(1, "a");
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 9. Які висновки можна зробити? Оберіть усі правильні відповіді:

- ☐ Метод ідентифікується не тільки за іменем, але і за його параметрами.
- ☐ Метод не ідентифікується за результатом.
- ☐ Модифікатори на кшталт `static` не є властивостями, які ідентифікують метод.
- ☐ На ідентифікатор методу впливають тільки його ім'я і параметри (їх тип, кількість). Модифікатори доступу не впливають.
- ☐ На ідентифікатор методу впливають його ім'я, параметри (їх тип, кількість) та модифікатори доступу.
- ☐ Метод ідентифікується за результатом.
- ☐ Метод ідентифікується не тільки по імені та модифікатору доступу, але не ідентифікується за його параметрами.
- ☐ Імена параметрів повинні бути унікальні.
- ☐ Не можуть бути однаковими ім'я параметра методу та ім'я змінної, створеної в цьому ж методі.
- ☐ Ім'я параметра методу та ім'я змінної, створеної в цьому ж методі можуть бути однаковими.
- ☐ Імена параметрів методу можуть повторюватися.

Завдання на опрацювання спадкування

Завдання 10. Створити консольний додаток і додайте два класи, з назвами ClassA і ClassB, як показано нижче. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class ClassA
{
}

0 references
class ClassB
{
    public string str = "aaa";
    0 references
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method1");
    }
    0 references
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassA a = new ClassA();
        a.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 11. Створити консольний додаток і класи. Зверніть увагу на зміну в першому рядку. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class ClassA : ClassB
{
}

1 reference
class ClassB
{
    public string str = "aaa";
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method1");
    }
    0 references
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassA a = new ClassA();
        a.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 12. Створити консольний додаток з двома класами. Запустити його. Зверніть увагу на новий метод в ClassA. Який результат?

```
2 references
class ClassA : ClassB
{
    1 reference
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
    }
}

1 reference
class ClassB
{
    public string str = "aaa";
    0 references
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method1");
    }
    0 references
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassA a = new ClassA();
        a.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 13. Внесіть зміни в попередній код. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class ClassA : ClassB
{
    1 reference
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
        base.Method1();
    }
}
```

Завдання 14. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
class ClassA : ClassB
{
    0 references
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
    }
}

3 references
class ClassB
{
    public string str = "aaa";

    0 references
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassB b = new ClassB();
        b.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 15. Створити консольний додаток. Запустити його. Який результат?

```
0 references
class ClassA : ClassB, ClassC
{
    0 references
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
    }
}

3 references
class ClassB
{
    public string str = "aaa";

    1 reference
    public void Method2()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

1 reference
class ClassC
{
    0 references
    public void Method3()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassC Method3");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassB b = new ClassB();
        b.Method2();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 16. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
1 reference
class ClassA : ClassB
{
    0 references
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
    }
}

3 references
class ClassB : ClassC
{
    public string str = "aaa";

    1 reference
    public void Method2()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

1 reference
class ClassC : ClassA
{
    0 references
    public void Method3()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassC Method3");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassB b = new ClassB();
        b.Method2();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 17. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
3 references
class ClassA : ClassB
{
    1 reference
    public void Method1()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassA Method1");
    }
}

3 references
class ClassB
{
    public string str = "aaa";

    0 references
    public void Method2()
    {
        System.Console.WriteLine("ClassB Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        ClassB classB = new ClassB();
        ClassA classA = new ClassA();
        classB = classA;
        classA = (ClassA)classB;
        classA.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 18. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

- ☐ Дочірній клас має параметри батьківського.
- ☐ Методи дочірніх класів мають пріоритет при виконанні.
- ☐ Ключове слово `base` може бути використано для звернення до методів класу-предку.
- ☐ Успадкування не працює в зворотному напрямку.
- ☐ Клас може мати тільки один батьківський клас, множинне спадкування класів в C # не підтримує.
- ☐ Класи не можуть успадковуватися циклічно (1-й від 2-го, 2-й від 3-го 3-й від 1-го);
- ☐ Класи можуть успадковуватися циклічно (1-й від 2-го, 2-й від 3-го 3-й від 1-го).
- ☐ Клас може мати декілька батьківських класів.
- ☐ Ключове слово `base` може бути використано для звернення до методів класу-нащадку.
- ☐ Методи батьківських класів мають пріоритет при виконанні.
- ☐ Ви можете присвоїти змінній батьківського типу об'єкт дочірнього, але не навпаки.
- ☐ Ви можете присвоїти змінній дочірнього типу об'єкт батьківського, але не навпаки.
- ☐ Ви можете присвоїти змінній батьківського типу об'єкт дочірнього та навпаки.

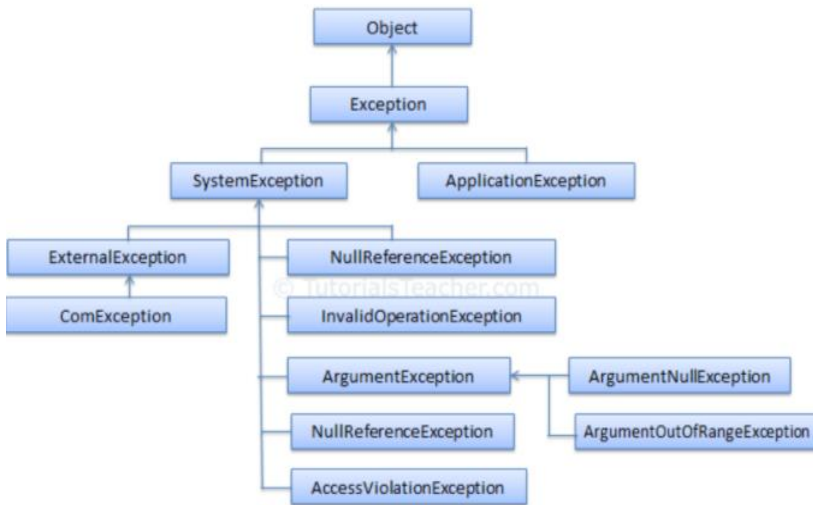
Завдання на опанування виключень в мові C#

Виняток – це будь-який стан помилки або непередбачена поведінка, що виникає при виконанні програми. Винятки можуть виникати через збій у вашому коді, або у коді, що викликається (наприклад, в загальній бібліотеці), недоступність ресурсів ОС, несподіваних станів, що виникають у середовищі виконання (наприклад, код, який неможливо перевірити) і з інших причин. Після деяких з цих станів додаток може відновитися, після інших - ні.

В .NET виняток – це об'єкт, що успадковується від класу System.Exception. Виняток створюється з області коду, де сталася проблема. Виняток передається вгору по стеку до того часу, поки його не обробить додаток або програма не завершиться.

Для кожної групи виняткових ситуацій існує свій клас, члени якого забезпечують обробку ситуацій цієї групи.

Ієрархія деяких виключень



Завдання 19. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    int x = 0;
    try
    {
        int y = 100 / x;
    }
    catch (ArithmeticException)
    {
        Console.WriteLine("ArithmeticException");
    }
    catch (Exception)
    {
        Console.WriteLine("Exception");
    }
    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 20. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    int x = 0;
    try
    {
        int y = 100 / x;
    }
    catch (Exception)
    {
        Console.WriteLine("Exception");
    }
    catch (ArithmeticException)
    {
        Console.WriteLine("ArithmeticException");
    }
    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 21. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    try
    {
        int[] numbers = new int[4];
        numbers[7] = 9;    // IndexOutOfRangeException

        int x = 5;
        int y = x / 0;    // DivideByZeroException
        Console.WriteLine($"Результат: {y}");
    }
    catch (DivideByZeroException)
    {
        Console.WriteLine("DivideByZeroException");
    }
    catch (IndexOutOfRangeException)
    {
        Console.WriteLine("IndexOutOfRangeException");
    }

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 22. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    try
    {
        object obj = "you";
        int num = (int)obj;    // InvalidCastException
        Console.WriteLine($"Результат: {num}");
    }
    catch (DivideByZeroException)
    {
        Console.WriteLine("DivideByZeroException");
    }
    catch (IndexOutOfRangeException)
    {
        Console.WriteLine("IndexOutOfRangeException");
    }
    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 23. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    try
    {
        object obj = "you";
        int num = (int)obj;    // InvalidCastException
        Console.WriteLine($"Результат: {num}");
    }
    catch (DivideByZeroException)
    {
        Console.WriteLine("DivideByZeroException");
    }
    catch (IndexOutOfRangeException)
    {
        Console.WriteLine("IndexOutOfRangeException");
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine("{0}", ex.Message);
    }
    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 24. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
    try
    {
        int x = 5;
        int y = x / 0;
        Console.WriteLine("Результат: {0}", y);
    }
    catch
    {
        Console.WriteLine("Виключення!");
    }
    finally
    {
        Console.WriteLine("Блок finally");
    }
    Console.WriteLine("Завершення програми");

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 25. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
public static void Main()
{
    Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
    int x = 1;
    int y = 0;
    try
    {
        int result = x / y;
    }
    catch (DivideByZeroException) when (y == 0 && x == 0)
    {
        Console.WriteLine("y та x не повинні бути 0 одночасно");
    }
    catch (DivideByZeroException ex)
    {
        Console.WriteLine(ex.Message);
    }
    finally
    {
        Console.WriteLine("Блок finally");
    }
    Console.WriteLine("Завершення програми");

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 26. Створіть консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
public static void Main()
{
    Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
    int x = 0;
    int y = 0;
    try
    {
        int result = x / y;
    }
    catch (DivideByZeroException) when (y == 0 && x == 0)
    {
        Console.WriteLine("y та x не повинні бути 0 одночасно");
    }
    catch (DivideByZeroException ex)
    {
        Console.WriteLine(ex.Message);
    }
    finally
    {
        Console.WriteLine("Блок finally");
    }
    Console.WriteLine("Завершення програми");
    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 27. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
class StudentException : ArgumentException
{
    2 references
    public int Value { get; }
    1 reference
    public StudentException(string message, int val)
        : base(message)
    { Value = val; }
}
2 references
class Student
{
    1 reference
    public string Name { get; set; }
    private int score;
    1 reference
    public int Score
    {
        get { return score; }
        set
        {
            if (value < 20)
                throw new StudentException("З балам <20 недопуск до іспиту", value);
            else
                score = value;
        }
    }
}
0 references
class ExceptionTestClass
{
    0 references
    public static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        try
        {
            Student st = new Student { Name = "Ivan", Score = 10 };
        }
        catch (StudentException ex)
        {
            Console.WriteLine($"Помилка: {ex.Message}");
            Console.WriteLine($"Кількість балів: {ex.Value}");
        }
        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 28. Створіть консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
    try
    {
        TestClass.Method1();
    }
    catch (DivideByZeroException ex)
    {
        Console.WriteLine($"Catch в Main : {ex.Message}");
    }
    finally
    {
        Console.WriteLine("Блок finally в Main");
    }
    Console.WriteLine("Кінець метода Main");
    Console.Read();
}

namespace
{
    class TestClass
    {
        1 reference
        public static void Method1()
        {
            try
            {
                Method2();
            }
            catch (IndexOutOfRangeException ex)
            {
                Console.WriteLine($"Catch в Method1 : {ex.Message}");
            }
            finally
            {
                Console.WriteLine("Блок finally в Method1");
            }
            Console.WriteLine("Кінець метода Method1");
        }
        1 reference
        static void Method2()
        {
            try
            {
                int x = 8;
                int y = x / 0;
            }
            finally
            {
                Console.WriteLine("Блок finally в Method2");
            }
            Console.WriteLine("Кінець метода Method2");
        }
    }
}
```

Завдання 29. Зробіть висновки з виконаних завдань.

Запитання до теми:

1. Які парадигми програмування Ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
2. Що таке декларативне програмування?
3. Що таке імперативне програмування?
4. Які парадигми імперативного програмування Ви знаєте?
5. Які парадигми об'єктно-орієнтованого програмування Ви знаєте?
6. Охарактеризуйте інкапсуляцію.
7. Охарактеризуйте спадкування.
8. Охарактеризуйте поліморфізм.
9. Що таке абстракція?
10. Що таке надсилання повідомлень в ООП?
11. Повторне використання в ООП.
12. Що таке клас в ООП?
13. Що таке об'єкт в ООП?

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Виконання домашнього завдання №3. Реалізація лабораторної роботи №1.

Тема 5. МОВА C#: КЛАСИ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПІВ, ОПЕРАТОРИ ТА ВИРАЗИ

Огляд, мета і призначення теми: навчитися використовувати принципи об'єктно-орієнтованого програмування на прикладі мови програмування C#. Класи, перетворення типів, оператори та вирази, оператори обробки виключень, неявні, анонімні та динамічні типи даних.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: вміти пояснити відмінності між класами та об'єктами. Знати та розуміти основні парадигми ООП. Розуміти та вміти використовувати перетворення типів, оператори та вирази, оператори обробки виключень, неявні, анонімні та динамічні типи даних в мові C#. Знати основи синтаксичного аналізу та обчислення значень виразів. Вміти застосовувати ANTLR.

Лабораторний практикум 5.

Основи синтаксичного аналізу та обчислення виразів. Використання ANTLR для виконання лабораторної роботи №1 (60 хв.), захист домашнього завдання № 4 (30 хв.) (використовуючи матеріали теоретичної частини цього лабораторного заняття (ANTLR) написати фрагмент лабораторної роботи, що відповідає за обчислення виразів у відповідності зі своїм варіантом).

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1. Використовуючи Visual Studio, створіть проєкт за шаблоном Windows Forms Application. Створіть клас «Трикутник» із полями-сторонами. Визначити методи зміни сторін, обчислення кутів, обчислення периметра. Створити клас-нащадок «Рівносторонній трикутник», який має поле площі. Визначити метод обчислення площі.

Завдання 2. Використовуючи Visual Studio, створіть проєкт за шаблоном Windows Forms Application. Напишіть програму для роботи з геометричними фігурами (трикутник, круг, прямокутник, квадрат, ромб). У програмі створити абстрактний базовий клас «Фігура» з віртуальними методами обчислення площі й периметра та його нащадків – «Трикутник», «Круг», «Прямокутник», «Квадрат», «Ромб».

Завдання 3. Використовуючи Visual Studio, створіть проєкт за шаблоном Windows Forms Application. Створіть абстрактний клас «Трикутник» із віртуальними методами обчислення площі й периметра.

Поля даних повинні мати дві сторони й кут між ними. Визначити класи-нащадки «Прямокутний трикутник» і «Рівнобедрений трикутник» зі своїми функціями обчислення площі й периметра.

Завдання 4. Маємо "Географічний об'єкт", який складається з:

- Координата X;
- Координата Y;
- Назва;
- Опис;
- Метод отримання інформації.

Маємо об'єкт "Річка", що містить додаткову інформацію:

- Швидкість течії (см/с);
- Загальна довжина.

Маємо ще один об'єкт "Гора", що містить додаткову інформацію

- "Найвища точка".

Відповідно до опису об'єктів, необхідно зробити наступне:

1. Створити новий solution.
2. Створити новий проект Console Application.
3. Додати новий абстрактний клас "Географічний об'єкт" ("Метод отримання інформації" - віртуальний).
4. Додати класи "Річка" та "Гора", що наслідуються від абстрактного класу з п.3.
5. Додати новий проект Console Application.
6. Додати новий інтерфейс "Географічний об'єкт".
7. Додати класи "Річка" та "Гора", що реалізують інтерфейс з п.6.

Завдання 5. Виконати наступні кроки:

1. Створюємо проект за шаблоном Windows Forms Application.
2. Додаємо клас "Товар" (Ціна, Країна походження, Назва, Дата пакування, Опис).
3. Додаємо клас-нащадок "Продукти" (Термін придатності, К-ть, Одиниця виміру).
4. Додаємо клас-нащадок "Книги" (Кількість сторінок, Видавництво, Перелік авторів).
5. Додати на форму компоненти:
 - 5.1. gridView (з переліком товарів);

- 5.2. toolBar з: двома button (які відповідають за додавання різних товарів) + кнопка видалення товару;
- 6. Заповнити деякою к-тю товарів gridView з п.5 та забезпечити функціональність кнопок.

Перелічені компоненти та класи є мінімально-необхідним наповненням проекту

Завдання на опанування поліморфізму

Завдання 4. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
4 references
public class Class1
{
    2 references
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("Class1 Method1");
    }

    2 references
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("Class1 Method2");
    }
}

3 references
public class Class2 : Class1
{
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("Class2 Method1");
    }

    1 reference
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("Class2 Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Class1 x = new Class1();
        Class2 y = new Class2();
        Class1 z = new Class2();

        x.Method1(); x.Method2();
        Console.WriteLine("");
        y.Method1(); y.Method2();
        Console.WriteLine("");
        z.Method1(); z.Method2();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 5. Змініть консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
public class Class1
{
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("Class1 Method1");
    }

    1 reference
    public void Method2()
    {
        Console.WriteLine("Class1 Method2");
    }
}

4 references
public class Class2 : Class1
{
    2 references
    public new void Method1()
    {
        Console.WriteLine("Class2 Method1");
    }

    2 references
    public override void Method2()
    {
        Console.WriteLine("Class2 Method2");
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Class1 x = new Class1();
        Class2 y = new Class2();
        Class2 z = new Class2();

        x.Method1(); x.Method2();
        Console.WriteLine("");
        y.Method1(); y.Method2();
        Console.WriteLine("");
        z.Method1(); z.Method2();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 6. Внесіть зміни в додаток. Запустіть його. Який результат?

```
4 references
public class Class1
{
    2 references
    public virtual void Method1()
    { Console.WriteLine("Class1 Method1"); }
    4 references
    public virtual void Method2()
    { Console.WriteLine("Class1 Method2"); }
    2 references
    public virtual void Method3()
    { Console.WriteLine("Class1 Method3"); }
}
3 references
public class Class2 : Class1
{
    1 reference
    public new void Method1()
    { Console.WriteLine("Class2 Method1"); }
    4 references
    public override void Method2()
    { Console.WriteLine("Class2 Method2"); }
    1 reference
    public void Method3()
    { Console.WriteLine("Class2 Method3"); }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Class1 x = new Class1();
        Class2 y = new Class2();
        Class1 z = new Class2();
        x.Method1(); x.Method2(); x.Method3();
        Console.WriteLine("");
        y.Method1(); y.Method2(); y.Method3();
        Console.WriteLine("");
        z.Method1(); z.Method2(); z.Method3();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 7. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

У C# ми можемо записати в змінну класу-батька об'єкт спадкоємця, але не навпаки;

- ☐ Модифікатор `override` використовується, щоб вказати на те, що повинен викликатися метод саме дочірнього класу;
- ☐ Щоб використовувати модифікатор `override`, метод батьківського класу повинен бути позначений ключовим словом `virtual`;
- ☐ Коли викликається метод якогось об'єкта по посиланню, то C# в першу чергу дивиться на тип посилання. Якщо в цьому класі виявлений модифікатор `virtual`, він починає шукати серед дочірніх класів тип об'єкта, і, якщо зустрічає `new`, запускає останній `override` метод, який зустрів (або метод типу посилання).
- ☐ Щоб використовувати модифікатори `virtual` і `new`, метод батьківського класу повинен бути позначений ключовим словом `override`;
- ☐ У C# ми можемо записати в змінну класу-нащадку об'єкт батьківського класу, але не навпаки;
- ☐ У C# ми можемо записати в змінну класу-батька об'єкт спадкоємця, та в змінну класу-нащадку об'єкт батьківського класу.

Завдання на опанування роботи з абстрактними класами

Завдання 8. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
public abstract class A
{
    public int a;
    0 references
    public void Method1()
    {
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main(string[] args)
    {
        A classA = new A();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 9. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
1 reference
public abstract class A
{
    public int a;
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("abstract class A Method1");
    }
    0 references
    abstract public void Method2();
}
2 references
public class B : A
{
}
0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main(string[] args)
    {
        B b = new B();
        b.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 10. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
1 reference
public abstract class A
{
    public int a;
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("abstract class A Method1");
    }
    1 reference
    abstract public void Method2();
}

2 references
public class B : A
{
    1 reference
    public override void Method2()
    {
        Console.WriteLine("abstract class B Method2");
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main()
    {
        B b = new B();
        b.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 11. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
namespace ConsoleApp2
{
    1 reference
    public class A
    {
        public int a;
        1 reference
        public void Method1()
        {
            Console.WriteLine("abstract class A Method1");
        }
        1 reference
        abstract public void Method2();
    }
    2 references
    public class B : A
    {
        1 reference
        public override void Method2()
        {
            Console.WriteLine("abstract class B Method2");
        }
    }
    0 references
    public class Program
    {
        0 references
        private static void Main()
        {
            B b = new B();
            b.Method1();
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Завдання 12. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
1 reference
public abstract class A
{
    public int a;
    1 reference
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("abstract class A Method1");
    }
    2 references
    abstract public void Method2();
}

2 references
public class B : A
{
    2 references
    public override void Method2()
    {
        base.Method2();
        Console.WriteLine("abstract class B Method2");
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main()
    {
        B b = new B();
        b.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 13. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
4 references
public class A
{
    2 references
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("class A Method1");
    }
}

2 references
public abstract class B : A
{
    2 references
    public new abstract void Method1();
}

2 references
public class C : B
{
    2 references
    public override void Method1()
    {
        Console.WriteLine("class C Method1");
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main()
    {
        A a = new A();
        B b = new C();
        A c = new C();
        a.Method1();
        b.Method1();
        c.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 14. Створіть консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
7 references
public class A
{
    3 references
    public void Method1()
    {
        Console.WriteLine("class A Method1");
    }
}

1 reference
public static abstract class B : A
{
    1 reference
    public new abstract void Method1();
}

0 references
public class C : B
{
    1 reference
    public override void Method1()
    {
        Console.WriteLine("class C Method1");
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    private static void Main()
    {
        A a = new A();
        A b = new A();
        A c = new A();
        a.Method1();
        b.Method1();
        c.Method1();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 15. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

- ☐ Не можна створити екземпляр абстрактного класу за допомогою ключового слова `new`;
- ☐ Можна успадкувати звичайний клас від абстрактного;
- ☐ Можна створити екземпляр абстрактного класу за допомогою ключового слова `new`;
- ☐ Можна створити екземпляр абстрактного класу, за допомогою ключового слова `new`.
- ☐ Якщо ми хочемо оголосити метод в абстрактному класі, але не реалізовувати його, тоді до методу потрібно додати ключове слово `abstract`;
- ☐ Якщо ми оголошуємо абстрактний метод в абстрактному класі, то цей метод повинен реалізовуватися у неабстрактних спадкоємців цього класу;
- ☐ Абстрактні методи можуть бути оголошені тільки в абстрактних класах;
- ☐ Абстрактний клас може мати модифікатор `static`.
- ☐ Абстрактний клас не може мати модифікатор `static`.
- ☐ Не можна успадкувати звичайний клас від абстрактного; Можна створити екземпляр звичайного класу, успадкованого від абстрактного, за допомогою ключового слова `new`;
- ☐ Не можна створити екземпляр звичайного класу, успадкованого від абстрактного за допомогою ключового слова `new`.

Завдання на освоєння інкапсуляції (модифікатори доступу)

Завдання 16. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
1 reference
class Modifiers
{
    1 reference
    static void A()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers A");
    }
    1 reference
    public static void B()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers B");
        A();
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Modifiers.B();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 17. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
1 reference
class Modifiers
{
    2 references
    static void A()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers A");
    }
    0 references
    public static void B()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers B");
        A();
    }
}
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Modifiers.A();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 18. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
1 reference
class Modifiers
{
    1 reference
    static void A()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers A");
    }
    1 reference
    public static void B()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers B");
    }
    1 reference
    protected static void C()
    {
        Console.WriteLine("Modifiers C");
    }
}

1 reference
class ModifiersChild : Modifiers
{
    1 reference
    public static void D()
    {
        A();
        B();
        C();
    }
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        ModifiersChild.D();
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 19. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
2   using System.Collections.Generic;
3   using System.Linq;
4   using System.Text;
5   using System.Threading.Tasks;
6   using TestModifierLibrary;
7
8   public namespace ConsoleApp2
9   {
10      0 references
11      private class Program
12      {
13          0 references
14          static void Main(string[] args)
15          {
16              Console.ReadKey();
17          }
18      }
19  }
```

Завдання 20. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
3 references
class A
{
    protected int a;
    0 references
    void MethodA(A a1, B b1)
    {
        a1.a = 1;
        b1.a = 2;
    }
}

2 references
class B:A
{
    0 references
    void MethodB(A a1, B b1)
    {
        a1.a = 1;
        this.a = 10;
        b1.a = 2;
    }
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 21. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
1 reference
class A
{
}

0 references
public class B:A
{
}

0 references
public class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 22. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

- ☐ Не вкладені класи, що визначені безпосередньо в просторі імен, можуть мати модифікатор доступу - private.
- ☐ Модифікатор доступу за замовчуванням для членів класу – private.
- ☐ Модифікатор доступу internal значить, що доступ дозволений тільки з тієї ж збірки.
- ☐ Простори імен можуть мати модифікатори доступу public, protected, private.
- ☐ У просторів імен немає і не може бути модифікаторів доступу (можна вважати, що вони всі public).
- ☐ Модифікатор protected internal означає, що доступ є як з тієї ж збірки, так і з дочірніх класів.
- ☐ Батьківський клас не може бути менш доступний, ніж дочірній.

- ☐ Модифікатор доступу за замовчуванням для членів класу – public.
- ☐ Значення, що повертається методом не може бути менш доступне, ніж сам метод.
- ☐ Поле може бути доступніше, ніж його клас.
- ☐ Поле не може бути доступніше, ніж його клас.

Запитання до теми:

1. Що таке клас?
2. Що таке об'єкт?
3. Як пов'язані між собою класи та об'єкти в програмі?
4. Що таке інкапсуляція?
5. За рахунок чого реалізується захист від несанкціонованого доступу до даних?
6. Що таке властивість?
7. Які методи є у властивості?
8. Що роблять ці методи?
9. Що таке точка входу?
10. Що таке масив?
11. Як масив представляється в C #?
12. Які види масивів визначаються в C #?
13. Які призначення і логіка роботи циклу `foreach`?
14. Яке значення індекса першого елемента в масиві?
15. Що таке делегат?

Завдання для самостійної роботи.

Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Виконання домашнього завдання №4. Створити усі необхідні для реалізації лабораторної роботи №1 клас (для комірки - залежить від Вашого проектування), створити основну форму та додати на неї DataGridView.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ №5

Синтаксичний аналіз і обчислення виразів

Як транслятори, розроблені для компіляції програм, написаних на мовах програмування високого рівня, перетворюють текст програми в команди, виконувані комп'ютером? Як компілятор відшукує помилки в тексті програми? Спробуємо знайти відповідь на ці запитання, відповівши на більш просте питання: як написати програму, що буде одержувати на вході рядок, що містить числовий вираз, наприклад, $7 - 2 * 3$, а на виході видавати відповідний результат? Процедура, яка передувє виконанні цієї дії, називається **синтаксичним аналізом виразів (expression parsing)** і є основою всіх компіляторів та інтерпретаторів мов, електронних таблиць і всіх інших програм, у яких потрібно перетворювати числові вирази у форму, зрозумілу комп'ютеру.

Синтаксичний аналізатор – це програма чи частина програми, що виконує *синтаксичний аналіз*, на першому кроці якого виконується *лексичний аналіз*, далі будується *дерево розбору*. Синтаксичний аналізатор входить до структури транслятора.

Розглянемо принципи побудови трансляторів на простому прикладі аналізу та обчислення значення арифметичного виразу. Обмежимося числовими виразами. Крім того, будемо вважати, що вони складатимуться з таких елементів: числа, оператори $+$, $-$, $/$, $*$, $\wedge$, $\%$, $=$, дужки та змінні.

Перераховані елементи можна комбінувати у виразах відповідно до правил алгебри, наприклад: $(11 + a) / 2 * 6; 7 + 8; a + b - c; a = 9 - b$.

Нехай оператори мають наступний пріоритет у порядку спадання:

вищий унарний + та –

$\wedge$

• $/ \%$

• $+ -$

• **нижчий =**

Оператори рівного пріоритету виконуються зліва направо.

Для спрощення будемо вважати, що імена змінних не чутливі до регістру та є однобуквеними (тобто допускається 26 змінних, від **A** до

Z). Наприклад, **b** й **B** позначають ту саму змінну. Кожне числове значення має тип **double**. Буде здійснюватися лише мінімальний контроль за помилками.

Іншими словами, запропоновану мову арифметичних виразів можна задати наступною граматикою :

```
<складний-вираз> → <присвоювання> | <вираз>
<присвоювання> → <змінна> = <вираз>
<вираз> → <доданок> <операція1> <доданок>
<доданок> → <множник> <операція2> <множник>
<множник> → <ступінь> <операція3> <множник>
<ступінь> → <операція1> (<вираз>) | (<вираз>) | <змінна> |
<число>
<операція1> → + | -
<операція2> → * | / | %
<операція3> → ^
<число> → (<цифра>)*
<цифра> → 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<змінна> → a | b | ... | z | A | B | ... | Z
```

Спробуйте обчислити наступний вираз: $7 - 2 * 3$

Зрозуміло, що значення дорівнює 1. Спочатку вам може прийти в голову наступний алгоритм:

```
a = одержати перший операнд
while(є операнд)
{
  op = одержати оператор
  b = одержати другий операнд
  a = a op b
}
```

Однак при обчисленні виразу $7 - 2 * 3$ в результаті виходить 15 замість 1, оскільки описана процедура не враховує пріоритет операторів. Не можна просто вибирати операнди й оператори ліворуч праворуч, оскільки правила алгебри говорять, що множення застосовується раніше віднімання.

Лексичний аналіз

Для того щоб обчислювати вирази, необхідно вміти розбивати їх на лексеми. Які об'єкти вважати лексемами залежить від мови програмування. З кожною лексемою пов'язується структура, що складається з пари вигляду (тип лексеми, вказівник на комірку, де

зберігається інформація про конкретну лексему). Число типів лексем залежить від кожної конкретної мови, що аналізується (в даному випадку мова арифметичних виразів), але для кожної конкретної мови вважається скінченням.

Таким чином, *лексичний аналізатор* – це програма, входом якої є низка символів, що представляє вхідний текст програми, а виходом – послідовність лексем. Цей вихід утворює вхід *синтаксичного аналізатора*.

Конструкції, що розпізнаються лексичним аналізатором описуються *автоматною граматикою* та *регулярними виразами*. На першому етапі лексичного аналізу будується детермінований скінченний автомат за регулярними виразами, потім будується таблиця переходів для автомата, а далі вхідний потік символів інтерпретується аналізатором у вихідний потік лексем.

В основі лексичного аналізатора лежить діаграма переходів відповідного скінченного автомата.

Таким чином, для розроблюваного аналізатора використаємо лише три типи лексем: *змінна*, *число* та *операція* або *роздільник*.

У загальному випадку для лексичного аналізу необхідний метод, що повертає один за іншим всі елементи виразу (тексту). Метод, що розбиває вираз на лексеми, повинен виконувати наступні дії:

- (1) ігнорувати роздільники (пробіли, табуляції та переходи на новий рядок);
- (2) виділяти лексеми з тексту;
- (3) визначати тип лексеми.

Кожен елемент виразу називається *лексемою (token)*. Тому метод, що повертає чергову лексему, часто називається **GetToken()**.

```
class Parser
{
    const int Alphabet = 26;           //лексеми
    private enum Types { NONE, DELIMITER,
VARIABLE, NUMBER };
    private string exp; // рядок виразу
    private int expIdx; /* поточний індекс у виразі*/
    private string token; // поточна лексема
    private Types tokType; // тип лексеми
    // Масив для змінних
    private double[] vars = new double[Alphabet];
    public Parser()
    {
        /* Ініціалізуємо змінні нульовими значеннями.*/
    }
}
```

```

        for (int i = 0; i <
vars.Length; i++)
            vars[i] = 0.0;
    }
    //Метод повертає значення true,
    // якщо c - роздільник
    bool IsDelim(char c)
    {
        if (("+-/*%^=()".IndexOf(c) != -1))
            return true;
        return false;
    }
    // отримаємо наступну лексему
    void GetToken()
    {
        tokType = Types.NONE;
        token = "";
        if (expIdx == exp.Length) return; /*кінець
виразу*/
        // пропускаємо пробіл
        while (expIdx < exp.Length &&
Char.IsWhiteSpace(exp[expIdx])) ++expIdx;
        // Хвостовий пробіл
        if (expIdx == exp.Length) return;
        if (IsDelim(exp[expIdx]))
        {
            token += exp[expIdx];
            expIdx++;
            tokType = Types.DELIMITER;
        }
        else if (Char.IsLetter(exp[expIdx]))
        {
            // Це змінна?
            while (!IsDelim(exp[expIdx]))
            {
                token += exp[expIdx];
                expIdx++;
                if (expIdx >= exp.Length) break;
            }
            tokType = Types.VARIABLE;
        }
        else if (Char.IsDigit(exp[expIdx]))
        {
            // Це число?

```

```

        while (!IsDelim(exp[expIdx]))
        {
            token += exp[expIdx];
            expIdx++;
            if (expIdx >= exp.Length) break;
        }
        tokType = Types.NUMBER;
    }
}
}

```

Давайте розглянемо наведені вище методи більш докладно. Після декількох ініціалізацій метод **getToken()** перевіряє, чи не досягнуто кінця рядка. Якщо у виразі ще є нерозібрана частина, метод **getToken()** спочатку пропускає пробіли, якщо вони є. Після цього **prog** вказує на число, змінну, оператор або — якщо вираз завершувався пробілами — на кінець рядка. Якщо черговий символ є оператором, він повертається у вигляді рядка, збереженого в атрибуті **token**, а **tokType**, що містить тип отриманої лексеми, присвоюється значення **DELIMITER**. Якщо ж наступний символ є буквою, він вважається іменем змінної та повертається в рядку **token**. При цьому **tokType** одержує значення **VARIABLE**. У випадку, коли черговий символ є цифрою, зчитується все число, причому воно міститься в змінній **token**, а його типом буде **NUMBER**. Нарешті, якщо наступний символ не є жодним з перерахованих вище, вважається, що досягнуто кінець виразу. У цьому випадку **token** містить порожній рядок, повернення якого означає кінець виразу.

Як уже було сказано раніше, щоб не ускладнювати код цього методу, були опущені деякі засоби контролю за помилками й зроблені деякі допущення. Наприклад, будь-який нерозпізнаний символ завершує вираз. Крім того, у даній версії програми імена змінних можуть мати будь-яку довжину, але значущою є тільки перша буква. Відповідно до вимог конкретного завдання ви можете ускладнити засоби контролю за помилками та додати інші подробиці.

Щоб краще зрозуміти принцип дії методу **getToken()**, нижче наведені лексеми, що повертаються ним, і типи лексем для наступного вхідного виразу:

A * B - (W + 10)

Лексема	Тип лексеми
A	VARIABLE
*	DELIMITER

B	VARIABLE
-	DELIMITER
(	DELIMITER
W	VARIABLE
+	DELIMITER
10	NUMBER
)	DELIMITER

Після того як в результаті роботи лексичного аналізу лексеми розпізнано, інформація про них збирається та запам'ятовується в одній з кількох таблиць (*таблиці ідентифікаторів*). Зміст цієї інформації залежить від мови (в даному випадку мови арифметичних виразів).

Таблиця ідентифікаторів (змінних) повинна забезпечити можливість швидкого додавання нових ідентифікаторів та нових відомостей про них та можливість швидкого пошуку інформації, що відноситься до даного ідентифікатора.

В нашому випадку, для спрощення, ми вважаємо що застосовуються лише однобуквені змінні латинського алфавіту без урахування регістру. Тому, тут запропоновано ввести таку *таблицю ідентифікаторів*, де кожна змінна зберігається в одному осередку масиву з 26 елементів типу **double**. У більш складному випадку, зрозуміло, що для реалізації таблиці потрібно застосовувати інші методи (списки структур, об'єктів).

Тому у вихідний текст аналізатора додамо наступний фрагмент:
double[] vars = new double[26];

Ці змінні початково ініціалізуються **0.0** в конструкторі класу.

Крім цього, знадобиться метод для одержання значення заданої змінної. Оскільки імена змінних є буквами від **A** до **Z**, їх можна використати для індексації масиву **vars**, віднімаючи код ASCII букви **A** з імені змінної. Нижче описано метод **findVar()**, що повертає значення змінної:

```
// Повертаємо значення змінної
double FindVar(string vname)
{
    if (!Char.IsLetter(vname[0]))
    {
        SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
        return 0.0;
    }
    return vars[Char.ToUpper(vname[0]) - 'A'];
}
```

Цей метод написано так, що він приймає імена будь-якої довжини, але тільки перший символ є значимим. Дане обмеження можна змінити відповідно до ваших потреб.

```
// Одержання значення числа, або змінної
void Atom(out double result)
{
    switch (tokType)
    {
        case Types.NUMBER:
            try
            {
                result = Double.Parse(token);
            }
            catch (FormatException)
            {
                result = 0.0;
                SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
            }
            GetToken();
            return;
        case Types.VARIABLE:
            result = FindVar(token);
            GetToken();
            return;
        default:
            result = 0.0;
            SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
            break;
    }
}
```

Синтаксичний аналіз

Виходом лексичного аналізатора є низка лексем, що утворює вхід синтаксичного аналізатора, що досліджує лише перші компоненти лексем – типи. Інформація про кожну лексему (друга компонента) використовується на більш пізньому етапі процесу компіляції.

Синтаксичний аналіз – це процес, в якому досліджується низка лексем, та встановлюється, чи задовольняє вона синтаксичним правилам, явно сформульованим у визначенні синтаксису мови.

На виході синтаксичний аналізатор видає дерево розбору та таблиці (ідентифікаторів, типів), які є входом для компілятора.

Як правило, фази лексичного та синтаксичного аналізу взаємодіють між собою на одному перегляді. При цьому основною є фаза синтаксичного аналізу, який в свою чергу звертається до лексичного аналізу за черговим термінальним символом.

Більшість відомих методів аналізу належать до одного з двох класів, один із яких об'єднує *низхідні*, а інший *висхідні* алгоритми. Походження цих термінів пов'язане з тим, яким чином утворюються вузли синтаксичного дерева: від аксіом граматики до термінальних символів (*низхідні* аналізатори), чи від термінальних символів до аксіом граматики (*висхідні* аналізатори).

З низхідними аналізаторами пов'язані так звані LL-граматики, які можуть бути проаналізовані достатньо простим для реалізації методом рекурсивного спуску.

Висхідні аналізатори пов'язані LR-граматики. LR-граматики можуть аналізувати більш широкий клас граматики (за допомогою LR-граматики можна визначити більшість мов програмування), тому саме для таких методів існують програми автоматичної побудови аналізаторів.

Для початку розглянемо граматику G_1 , яка не містить присвоювання:

```

<вираз> → <доданок> <операція1> <доданок>
<доданок> → <множник> <операція2> <множник>
<множник> → <ступінь> <операція3> <множник>
<ступінь> → <операція1>(<вираз>) | (<вираз>)| <змінна> |
           <число>
<операція1> → + | -
<операція2> → * | / | %
<операція3> → ^
<число> → (<цифра>)*
<цифра> → 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<змінна> → a | b | ... | z | A | B | ... | Z

```

Побудуємо значення функції FIRST для правих частин правил заданої з аксіомою <вираз>:

Тоді:

$FIRST_1(<доданок> <операція1> <доданок>) = \{ +, -, (, a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9 \}$

$FIRST_1(<множник> <операція2> <множник>) = \{ +, -, (, a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9 \}$

$$\text{FIRST}_1(<\text{ступінь}><\text{операція3}><\text{множник}>) = \{ +, -, (, a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9 \}$$

$$\text{FIRST}_1(<\text{операція1}>(<\text{вираз}>)) = \{ +, - \}$$

$$\text{FIRST}_1((<\text{вираз}>)) = \{ (\}$$

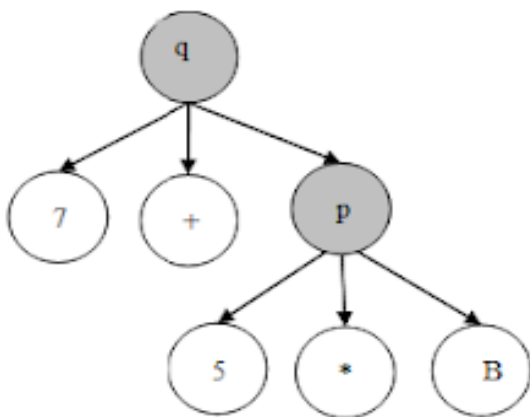
$$\text{FIRST}_1(<\text{змінна}>) = \{ a, \dots, z, A, \dots, Z \}$$

$$\text{FIRST}_1(<\text{число}>) = \{ 0, \dots, 9 \}.$$

Значення функції FIRST_1 для всіх альтернативних правих частин продукцій попарно не перетинаються, а отже кажуть, що граматики є LL(1)-граматикою. Таким чином, для синтаксичного аналізу цієї граматики може бути застосований метод рекурсивного спуску (без повернень).

Метод рекурсивного спуску без повернень можна використати тільки для LL(1)-граматик, правила яких задовольняють наступній умові: першого символу кожного правила повинно бути достатньо для визначення, застосовного правила.

Для прикладу, нехай вихід лексичного аналізатора – послідовність лексем $7 + 5 * B$, тут 7 та 5 числові константи тип лексем **NUMBER**, B – **VARIABLE**, + та * – **DELIMITER**. Запропонований вираз складається з двох доданків: 7 та $5 * B$. Другий доданок складається із двох множників: 5 та B. Ці множники являють собою одне число й одну змінну. Послідовність кроків, які необхідно виконати для обчислення цього виразу можна зобразити у вигляді дерева виводу. Побудова дерева виводу це послідовності команд відповідного автомату. Корінь дерева помічається початковим станом автомату, далі корені співпадають з відповідними станами на кожному кроці.



Щоб зрозуміти, як же в дійсності аналізатор обчислює вираз, давайте розглянемо наступний приклад: $7 + 5 * B$.

При виклику методу **Evaluate()** (аналіз *<присвоювання>* | *<вираз>*) вхідної точки аналізатора — із вхідного рядка вибирається лексема. Якщо лексема є порожнім рядком, то виникає помилка «Порожній рядок» і робота завершується. Однак у цьому випадку лексемою є число 7. Оскільки це не порожній рядок, викликається метод **EvalExp2()** (аналіз *<доданок>* *<операція1>* *<доданок>*). У результаті, метод **EvalExp2()** викликає **EvalExp3()** (аналіз *<множник>* *<операція2>* *<множник>*), а та у свою чергу викликає **EvalExp4()** (аналіз *<ступінь>* *<операція3>* *<множник>*), а **EvalExp4()** викликає **EvalExp5()** (*<операція1>* *<вираз>*). Потім метод **EvalExp5()** перевіряє, чи не є лексема унарним плюсом або мінусом. У цьому випадку це не так, тому викликається метод **EvalExp6()** (аналіз *<вираз>* | *<змінна>* | *<число>*). У цей момент **EvalExp6()** може рекурсивно викликати або **EvalExp2()** (у випадку виразу, вкладеного в дужки), або **Atom()** щоб визначити значення числа. Оскільки лексема не є відкриваючою дужкою, виконується метод **Atom()** і **result** присвоюється значення 7. Потім відбувається вибірка наступної лексеми й повернення з ланцюжка викликів методів. Лексемою стає оператор +.

Оскільки поточною лексемою є символ +, він зберігається в змінній **op**. Потім аналізатор вибирає наступну лексему й спуск по ланцюжку починається знову. Як і раніше, викликається метод **Atom()**. Отримане значення 5 повертається змінною **result**, і зчитується лексема

*. Це викликає повернення по ланцюжку до **EvalExp2()**, де зчитується остання лексема **B**, яка є змінною. Метод **FindVar()** знаходить в таблиці її значення 0.0. У цей момент відбувається перша арифметична операція — множення 5 на 0. Отриманий результат повертається методу **EvalExp2()**, де відбувається додавання. У результаті додавання у відповіді виходить 7.

Доповнимо мову, що аналізуємо, присвоюванням. Для цього розглянемо граматикау **G**:

$\langle \text{складний-вираз} \rangle \rightarrow \langle \text{присвоювання} \rangle \mid \langle \text{вираз} \rangle$
 $\langle \text{присвоювання} \rangle \rightarrow \langle \text{змінна} \rangle = \langle \text{вираз} \rangle$
 $\langle \text{вираз} \rangle \rightarrow \langle \text{доданок} \rangle \langle \text{операція1} \rangle \langle \text{доданок} \rangle$
 $\langle \text{доданок} \rangle \rightarrow \langle \text{множник} \rangle \langle \text{операція2} \rangle \langle \text{множник} \rangle$
 $\langle \text{множник} \rangle \rightarrow \langle \text{ступінь} \rangle \langle \text{операція3} \rangle \langle \text{множник} \rangle$
 $\langle \text{ступінь} \rangle \rightarrow \langle \text{операція1} \rangle (\langle \text{вираз} \rangle) \mid (\langle \text{вираз} \rangle) \mid \langle \text{змінна} \rangle \mid \langle \text{число} \rangle$
 $\langle \text{операція1} \rangle \rightarrow + \mid -$
 $\langle \text{операція2} \rangle \rightarrow * \mid / \mid \%$
 $\langle \text{операція3} \rangle \rightarrow ^$
 $\langle \text{число} \rangle \rightarrow (\langle \text{цифра} \rangle)^*$
 $\langle \text{цифра} \rangle \rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$
 $\langle \text{змінна} \rangle \rightarrow a \mid b \mid \dots \mid z \mid A \mid B \mid \dots \mid Z$

Побудуємо значення функції **FIRST** для правих частин правил цієї граматикау з аксіомою $\langle \text{складний-вираз} \rangle$:

Тоді:

$\text{FIRST}_1(\langle \text{присвоювання} \rangle) = \{ a, \dots, z, A, \dots, Z \}$
 $\text{FIRST}_1(\langle \text{вираз} \rangle) = \text{FIRST}_1(\langle \text{доданок} \rangle \langle \text{операція1} \rangle \langle \text{доданок} \rangle) = \{ +, -, (, a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9 \}$
 $\text{FIRST}_1(\langle \text{множник} \rangle \langle \text{операція2} \rangle \langle \text{множник} \rangle) = \{ +, -, (, a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9 \}$
 $\text{FIRST}_1(\langle \text{ступінь} \rangle) = \{ (\}$
 $\text{FIRST}_1(\langle \text{змінна} \rangle) = \{ a, \dots, z, A, \dots, Z \}$
 $\text{FIRST}_1(\langle \text{число} \rangle) = \{ 0, \dots, 9 \}$.

Очевидно, граматика не є **LL(1)**-граматикою. Це впливає з того, що значення $\text{FIRST}_1(\langle \text{присвоювання} \rangle) \cap \text{FIRST}_1(\langle \text{вираз} \rangle) = \{ a, \dots, z, A, \dots, Z \}$.

Існують алгоритми, що перетворюють граматикау, які не є **LL(1)** на **LL(1)**. Проте, як правило такі алгоритми достатньо складні, і

зручніше користуватися для синтаксичного аналізу *методом рекурсивного спуску з поверненням*, який до них може бути застосований. При цьому лексичний аналізатор матиме додатковий метод, який в усіх неоднозначних ситуаціях перед початком розбору запам'ятовує поточний стан лексичного аналізатора та намагається продовжити розбір тексту за першою з можливих альтернатив, якщо альтернатива виявилась невірною, то повертаємося до запам'ятованого стану та переглядаємо наступну альтернативу. Якщо всі варіанти розбору завершилися невдачею, то повертаємо повідомлення про помилку.

З технічної точки зору, це все, що потрібно аналізатору для коректної обробки змінних. Однак поки немає способу присвоїти цим змінним значення. Часто це робиться за межами аналізатора, але в аналізаторі можна розглядати знак рівності як знак операції присвоювання й зробити обробку цього знака частиною аналізатора. Цього можна досягти декількома способами. Один з них — додати в аналізатор метод **EvalExp1()** (аналіз <присвоювання> → <змінна>=<вираз>), показаний нижче:

```
void EvalExp1(out double result)
{
    int varIdx;
    Types ttokType;
    string temptoken;
    if (tokType == Types.VARIABLE)
    {
        // зберегти стару лексему
        temptoken = String.Copy(token);
        ttokType = tokType;
        // обчислити індекс змінної
        varIdx = Char.ToUpper(token[0]) - 'A';
        GetToken();
        if (token != "=")
        {
            PutBack(); /* повернути поточну лексему та
відновити стару лексему - це не присвоювання*/
            token = String.Copy(temptoken);
            tokType = ttokType;
        }
    }
    else
    {
```

```
// отримати наступну частину виразу
    GetToken();
    EvalExp2(out result);
    vars[varIdx] = result;
    return;
}
}
EvalExp2(out result);
}
```

Як видно, цьому методу доводиться заглядати вперед, щоб визначити, чи виконується насправді присвоювання. Це пов'язане з тим, що ім'я змінної завжди перебуває перед оператором присвоювання, але саме по собі наявність імені змінної не гарантує, що за нею піде присвоювання. Інакше кажучи, аналізатор сприймає вираз $A = 100$ як присвоювання, причому він може визначити, що $A / 10$ ним не є. Для цього метод **EvalExp1()** зчитує з вхідного потоку наступну лексему. Якщо ця лексема не є знаком рівності, вона за допомогою методу **PutBack()** повертається для наступного використання:

```
//повертаємо лексему
void PutBack()
{
    for (int i = 0; i < token.Length; i++) expIdx--;
}
```

```
Evaluate() <складний-вираз> → <присвоювання> | <вираз>
EvalExp1() <присвоювання> → <змінна>=<вираз>
EvalExp2() <вираз> → <доданок> <операція1> <доданок>
EvalExp3() <доданок> → <множник> <операція2> <множник>
EvalExp4() <множник> → <ступінь><операція3> <множник>
EvalExp5() <ступінь> → <операція1>(<вираз>) | (<вираз>)|
<змінна> | <число>
<операція1> → + | -
<операція2> → * | / | %
<операція3> → ^
<число> → (<цифра>)*
<цифра> → 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<змінна> → a | b | ... | z | A | B | ... | Z
```

```
namespace MyExcel1
```

```
{
    //клас, що виключає помилки для аналізатора
    class ParseException : ApplicationException
```

```

    {
        public ParseException(string str) : base(str) {}
        public override string ToString()
        { return Message; }
    }
class Parser
{
    enum Types { NONE, DELIMITER, VARIABLE, NUMBER
}; // лексеми.
    enum Errors { SYNTAX, UNBALPARENS, NOEXP,
DIVBYZERO }; // помилки.
    string exp; // рядок виразу
    int expldx; // поточний індекс у виразі
    string token; // поточна лексема
    Types tokType; // тип лексеми
    // Масив для змінних
    double[] vars = new double[26];
    public Parser()
    {
        // Ініціалізуємо змінні нульовими значеннями.
        for (int i = 0; i < vars.Length; i++)
            vars[i] = 0.0;
    }

    /* Точка входу аналізатора. */
    public double Evaluate(string expstr)
    {
        double result;
        exp = expstr;
        expldx = 0;
        try
        {
            GetToken();
            if (token == "")
            {
                SyntaxErr(Errors.NOEXP); // Вираз відсутній
                return 0.0;
            }
            EvalExp1(out result);
            if (token != "") /* остання лексема повинна бути
нульова */
                SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
            return result;
        }
    }

```

```

        catch (ParserException exc)
        {

            Console.WriteLine(exc);
            return 0.0;
        }
    }

    // Обробка присвоювання
    void EvalExp1(out double result)
    {
        int varIdx;
        Types tokType;
        string temptoken;
        if (tokType == Types.VARIABLE)
        {
            // зберегти стару лексему
            temptoken = String.Copy(token);
            tokType = tokType;
            // обчислити індекс змінної
            varIdx = Char.ToUpper(token[0]) - 'A';
            GetToken();
            if (token != "=")
            {
                PutBack(); // повернути поточну лексему в потік
                // відновити стару лексему - це не присвоювання
                token = String.Copy(temptoken);
                tokType = tokType;
            }
            else
            {
                GetToken(); // отримати наступну частину
                EvalExp2(out result);
                vars[varIdx] = result;
                return;
            }
        }

        EvalExp2(out result);
    }

    // Додавання або віднімання двох доданків
    void EvalExp2(out double result)

```

виразу

```

{
    string op;
    double partialResult;

    EvalExp3(out result);
    while ((op = token) == "+" || op == "-")
    {
        GetToken();
        EvalExp3(out partialResult);
        switch (op)
        {
            case "-":
                result = result - partialResult;
                break;
            case "+":
                result = result + partialResult;
                break;
        }
    }
}

// Виконуємо множення чи ділення двох множників
void EvalExp3(out double result)
{
    string op;
    double partialResult = 0.0;
    EvalExp4(out result);
    while ((op = token) == "*" || op == "/" || op == "%")
    {
        GetToken();
        EvalExp4(out partialResult);
        switch (op)
        {
            case "*":
                result = result * partialResult;
                break;
            case "/":
                if (partialResult == 0.0)
                    SyntaxErr(Errors.DIVBYZERO);
                result = result / partialResult;
                break;
            case "%":
                if (partialResult == 0.0)
                    SyntaxErr(Errors.DIVBYZERO);
                result = (int)result % (int)partialResult;
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
}
}
// Піднесення до степені
void EvalExp4(out double result)
{
    double partialResult, ex;
    int t;
    EvalExp5(out result);
    if (token == "^")
    {
        GetToken();
        EvalExp4(out partialResult);
        ex = result;
        if (partialResult == 0.0)
        {
            result = 1.0;
            return;
        }
        for (t = (int)partialResult - 1; t > 0; t--)
            result = result * (double)ex;
    }
}

// Множення унарних операторів + й -.
void EvalExp5(out double result)
{
    string op;

    op = "";
    if ((tokType == Types.DELIMITER) && token == "+" ||
token == "-")
    {
        op = token;
        GetToken();
    }
    EvalExp6(out result);
    if (op == "-") result = -result;
}
// Обчислення виразів в дужках
void EvalExp6(out double result)
{
    if ((token == "("))

```

```

    {
        GetToken();
        EvalExp2(out result);
        if (token != "")
            SyntaxErr(Errors.UNBALPARENS);
        GetToken();
    }
    else Atom(out result);
}
// Одержання значення числа, або змінної
void Atom(out double result)
{
    switch (tokType)
    {
        case Types.NUMBER:
            try
            {
                result = Double.Parse(token);
            }
            catch (FormatException)
            {
                result = 0.0;
                SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
            }
            GetToken();
            return;
        case Types.VARIABLE:
            result = FindVar(token);
            GetToken();
            return;
        default:
            result = 0.0;
            SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
            break;
    }
}
// Повертаємо значення змінної
double FindVar(string vname)
{
    if (!Char.IsLetter(vname[0]))
    {
        SyntaxErr(Errors.SYNTAX);
        return 0.0;
    }
}

```

```

        return vars[Char.ToUpper(vname[0]) - 'A'];
    }
    // повертаємо лексему у вхідний потік.
    void PutBack()
    {
        for (int i = 0; i < token.Length; i++) expIdx--;
    }
    // Обробляємо синтаксичну помилку
    void SyntaxErr(Errors error)
    {
        string[] err = {
            "Синтаксическая оошибка",
            "Дисбаланс скобок",
            "Выражение отсутствует",
            "Деление на нуль";
        }
        throw new ParserException(err[(int)error]);
    }
    // отримуємо наступну лексему
    void GetToken()
    {
        tokType = Types.NONE;
        token = "";
        if (expIdx == exp.Length) return; // кінець виразу
        // пропускаємо пробіл
        while (expIdx < exp.Length &&
Char.IsWhiteSpace(exp[expIdx])) ++expIdx;
        // Хвостовий пробіл
        if (expIdx == exp.Length) return;
        if (IsDelim(exp[expIdx]))
        {
            token += exp[expIdx];
            expIdx++;
            tokType = Types.DELIMITER;
        }
        else if (Char.IsLetter(exp[expIdx]))
        {
            // Це змінна?
            while (!IsDelim(exp[expIdx]))
            {
                token += exp[expIdx];
                expIdx++;
                if (expIdx >= exp.Length) break;
            }
            tokType = Types.VARIABLE;
        }
    }

```

```

    }
    else if (Char.IsDigit(exp[expIdx]))
    {
        // Це число?
        while (!IsDelim(exp[expIdx]))
        {
            token += exp[expIdx];
            expIdx++;
            if (expIdx >= exp.Length) break;
        }
        tokType = Types.NUMBER;
    }
}
// Метод повертає значення true,
// якщо c - роздільник
bool IsDelim(char c)
{
    if (("+-/ *%^=()".IndexOf(c) != -1))
        return true;
    return false;
}
}
}

```

Калькулятор (для лабораторної роботи 1) з використанням ANTLR4¹

<http://www.antlr.org/>

<https://github.com/sharwell/antlr4cs>

<https://dzone.com/articles/getting-started-with-antlr-in-c>

Step 2: Install ANTLR Language Support for Visual Studio (optional)
(<https://github.com/sharwell/antlr4cs>)

Для Visual Studio 2019 пропустити (4.11.2019)

This step is optional, but highly recommended for users working with a version of Visual Studio that the extension supports. If you have one of the Express Editions of Visual Studio, or would like to skip this step, move on to the following step.

1. Open Visual Studio
2. Select **Tools** → **Extensions and Updates...**
3. In the left pane, select **Online**
4. In the top right, type **ANTLR** to search for extensions
5. If your version of Visual Studio is supported, the results pane will show the extension **ANTLR Language Support** by **Sam Harwell**. You can click the result and then select **Download** to install the extension.
6. Restart Visual Studio after installing the extension

Step 3: Update the NuGet Package Manager

¹ **ANTLR** (англ. *Another Tool For Language Recognition*) — генератор синтаксичних аналізаторів, дозволяє автоматично створювати програму-парсер (як і лексичний аналізатор) однією з декількох цільових мов програмування (Java, C++, C#, Python, Ruby) за описом LL(*)-граматики мовою. Дозволяє конструювати компілятори, інтерпретатори, транслятори з різних формальних мов. Також, надає зручні засоби для відновлення після помилок, і повідомлення про них. ANTLR — продовження PCCTS (Purdue Compiler Construction Tool Set), який було розроблено 1989 року.

Основоположником проекту є професор Теренс Парр з Університету Сан-Франциско. ANTLR — проект з відкритим кодом, версія 3.0 поширюється за ліцензією BSD.

For nearly all Visual Studio 2010 and newer installations

1. Open Visual Studio
2. Select **Tools** → **Extensions and Updates (Extensions**
→ **Manage Extensions** for VS2019)...
3. In the left pane, select **Updates**, then select **Product Updates**
4. Wait for ~10 seconds while the application checks for updates (it might not notify you that it's checking in the background)
5. If an update for **NuGet Package Manager** is listed in the results, click to update it
6. Repeat steps 3-5 for any other sections listed under **Updates** in the left pane
7. If you updated NuGet, restart Visual Studio before continuing to Step 4 below

For Visual Studio 2008, and Visual C# 2010 Express Edition

These versions of Visual Studio do not support the NuGet Package Manager extension, but the C# target for ANTLR 4 does support .NET 2.0 and higher so you should be able to use the [command line NuGet utility](#) instead of working directly within Visual Studio.

Step 4: Install ANTLR 4 support in a C# project

Create a new project

Recent project templates

Windows Forms App (.NET Framework) C#

Windows Forms App (.NET Core) C#

Console App (.NET Core) C#

ASP.NET Core Web Application C#

WPF App (.NET Core) C#

Console App (.NET Framework) C#

Console App C++

Class Library (.NET Standard) C#

Class Library (.NET Framework) C#

NUnit Test Project (.NET Core) C#

Search for templates (Alt+S)

Clear all

C# All platforms Web

ASP.NET Core Web Application

Project templates for creating ASP.NET Core web apps and web APIs for Windows, Linux and macOS using .NET Core or .NET Framework. Create web apps with Razor Pages, MVC, or Single Page Apps (SPA) using Angular, React, or React + Redux.

C# Linux macOS Windows Cloud Service Web

Blazor App

Project templates for creating Blazor apps that run on the server in an ASP.NET Core app or in the browser on WebAssembly (wasm). These templates can be used to build web apps with rich dynamic user interfaces (UIs).

C# Linux macOS Windows Cloud Web

gRPC

gRPC Service

A project template for creating a gRPC ASP.NET Core service using .NET Core.

C# Linux macOS Windows Cloud Service Web

Razor Class Library

A project template for creating a Razor class library.

C# Linux macOS Windows Library Web

NUnit Test Project (.NET Core)

A project that contains NUnit tests that can run on .NET Core on Windows, Linux and MacOS.

C# Linux macOS Windows Desktop Test Web

ASP.NET Web Application (.NET Framework)

Back Next

Configure your new project

Windows Forms App (.NET Core) C# Windows Desktop

Project name

LabCalculator

Location

C:\Users\user\Source\Repos

...

Solution name ⓘ

LabCalculator

☒ Place solution and project in the same directory

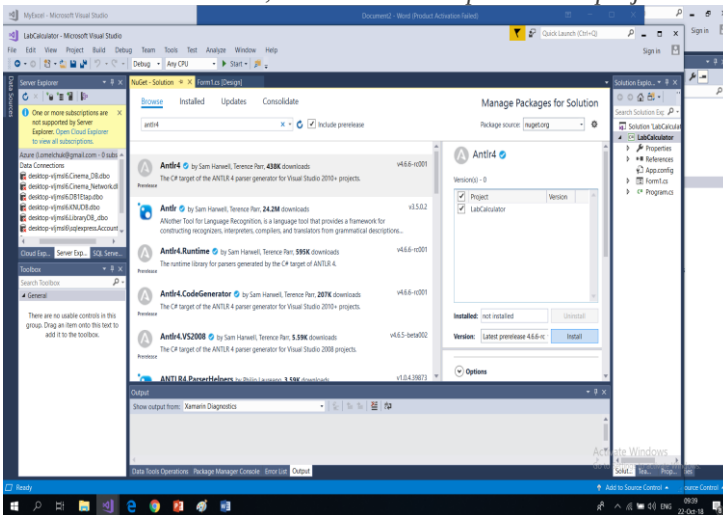
Back Create

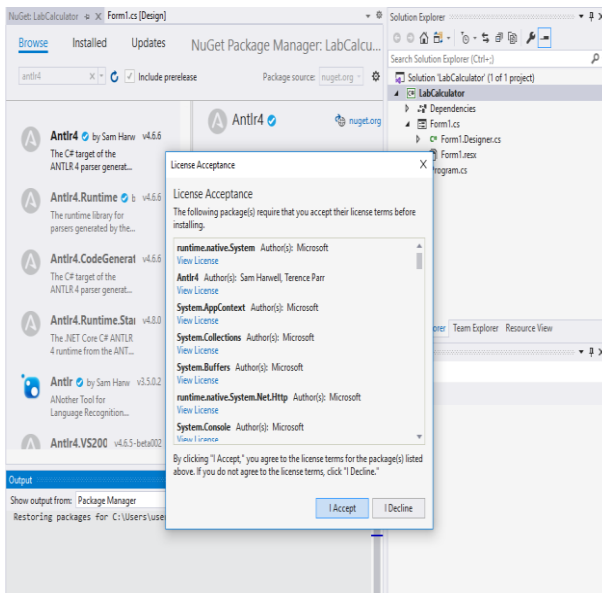
For nearly all Visual Studio 2010 and newer installations

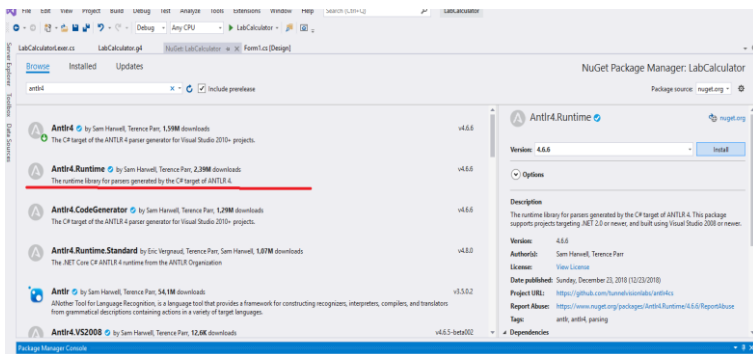
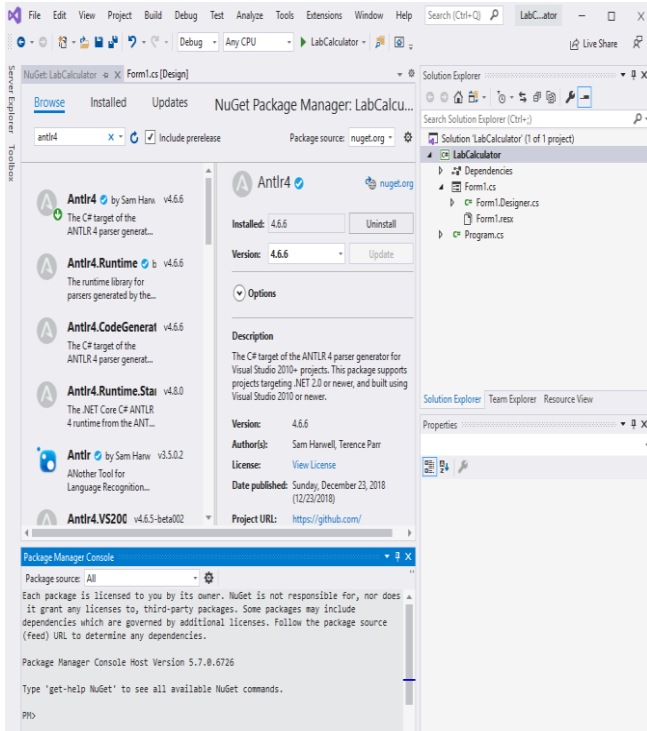
146

1. Create or open a C# project which will use ANTLR
2. Right click the top-level solution node in the Solution Explorer window and select **Manage NuGet Packages for Solution...**
3. In the left pane, select **Online (Browse)**, then select **nuget.org**
4. At the top of the middle pane, if a drop down says **Stable Only**, change the selection to **Include Prerelease**
5. In the top right, type **Antlr4** to search for the package
6. In the search results, locate and select the package called **ANTLR**
4. In the right pane, verify that the **Id** is listed as exactly **Antlr4**.
7. Click install on the search result

*Select the C# projects you want to add support for ANTLR 4 to, and click **OK** to update those projects*



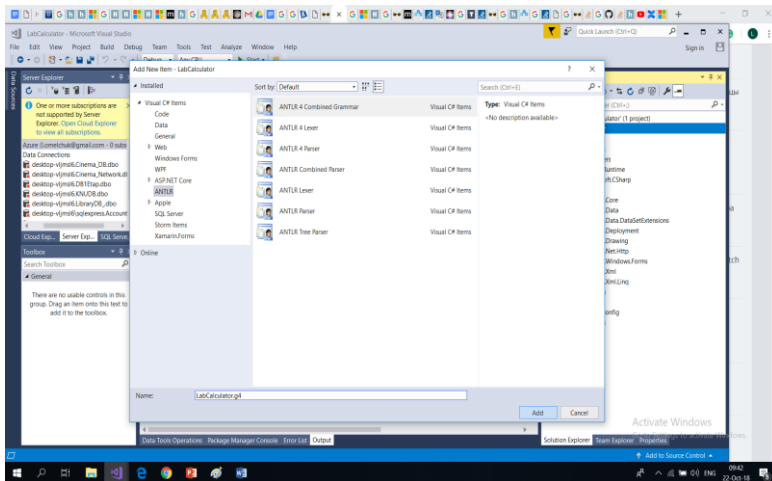




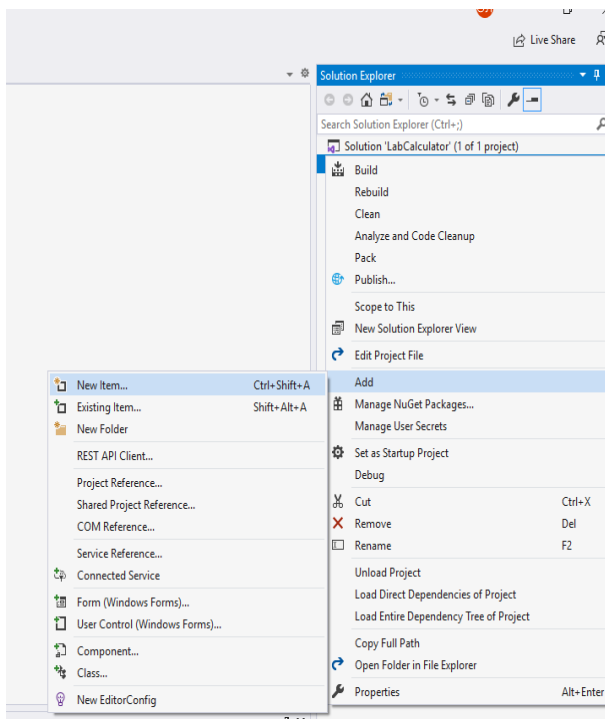
При встановленому ANTLR Language Support:

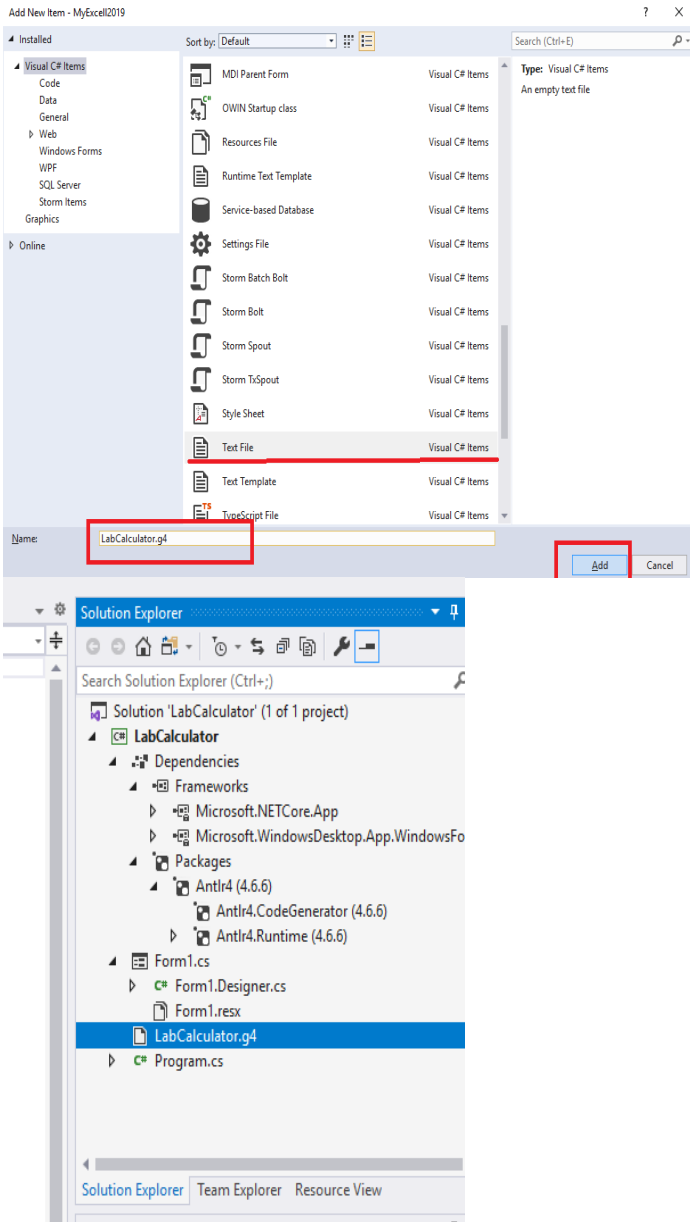
Using templates provided by the ANTLR Language Support extension

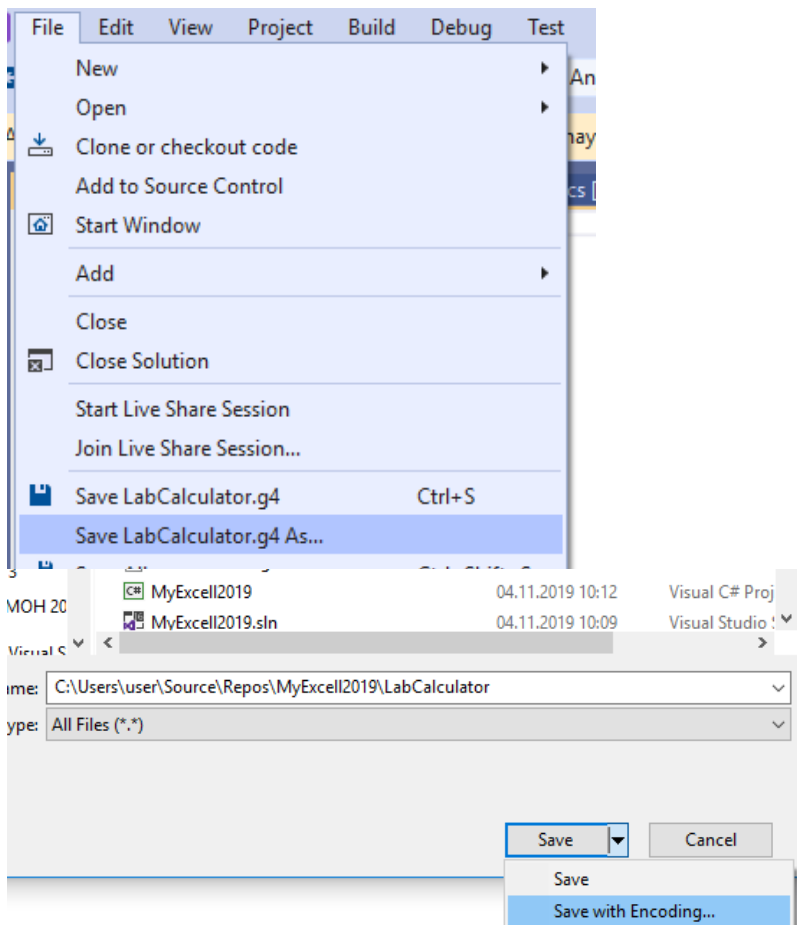
1. Right click the project (or subfolder) in **Solution Explorer** where the new grammar should be placed
2. Select **Add → New Item...**
3. In the left pane, expand **Visual C# Items** and select **ANTLR**
4. Select one of the ANTLR 4 templates and give it a name, and click **Add** to create the new grammar file and add it to the project



1. Right click the project (or subfolder) in **Solution Explorer** where the new grammar should be placed
2. Select **Add → New Item...**
3. In the left pane, expand **Visual C# Items** and select **General**
4. In the middle pane, select **Text File**
5. In the name box, type the complete name of the grammar file (including the .g4 extension), e.g. CustomLanguage.g4, and click **Add** to create the new file and add it to the project
6. Select **File → Advanced Save Options...**
7. For **Encoding**, select **Unicode (UTF-8 without signature) - Codepage 65001**
8. Click **OK**, and then save the file
9. Add the grammar declaration at the top of the file, e.g. the following for a grammar named CustomLanguage.g4
`grammar CustomLanguage;`
10. Follow step 2 of the *Add an existing grammar to the project* section below to configure the build properties of the newly added grammar file







Advanced Save Options

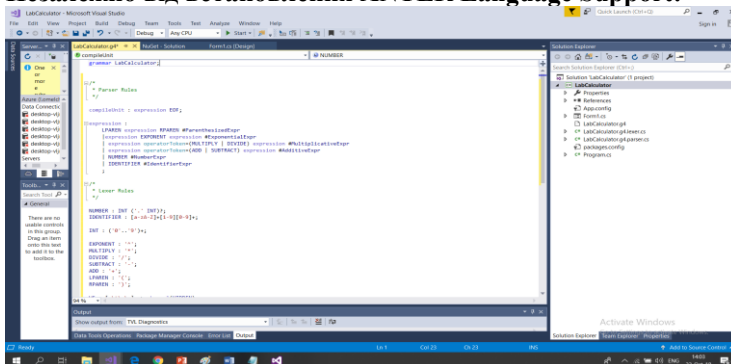
C:\Users\user\Source\Repos\MyExcel2019\LabCalculator.g4

Encoding:
Unicode (UTF-8 with signature) - Codepage 65001

Line endings:
Current Setting

OK Cancel

Незалежно від встановлення ANTLR Language Support:



grammar LabCalculator;

2

- (...) підправило
- (...)* повторення підправила 0 чи більше разів
- (...)+ Повторення підправила 1 чи більше разів
- (...)? підправило, може бути відсутнє
- {...} семантичні дії
- [...] параметри правила
- | оператор альтернативи
- .. оператор діапазону
- ~ заперечення
- . довільний символ

```

/*
 * Parser Rules
 */

compileUnit : expression EOF;

expression :
    LPAREN expression RPAREN #ParenthesizedExpr
    | expression EXPONENT expression #ExponentialExpr
    | expression operatorToken=(MULTIPLY | DIVIDE) expression
    #MultiplicativeExpr
    | expression operatorToken=(ADD | SUBTRACT) expression
    #AdditiveExpr
    | NUMBER #NumberExpr
    | IDENTIFIER #IdentifierExpr
    ;

/*
 * Lexer Rules
 */

NUMBER : INT ('.' INT)?;
IDENTIFIER : [a-zA-Z]+[1-9][0-9]+;

INT : ('0'..'9')+;

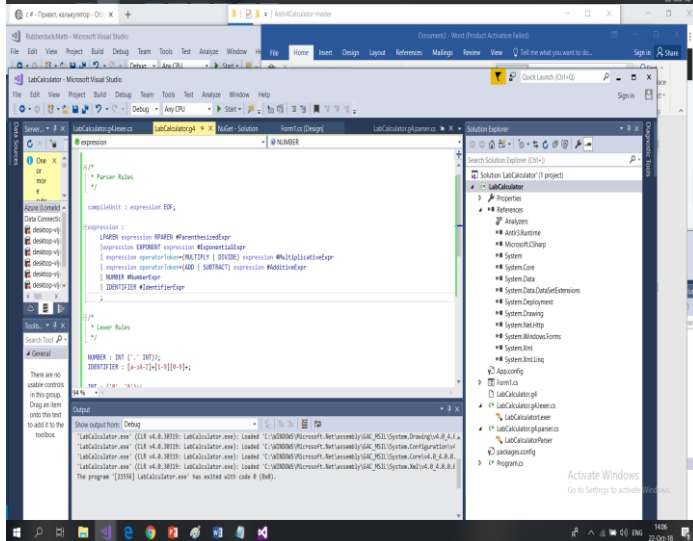
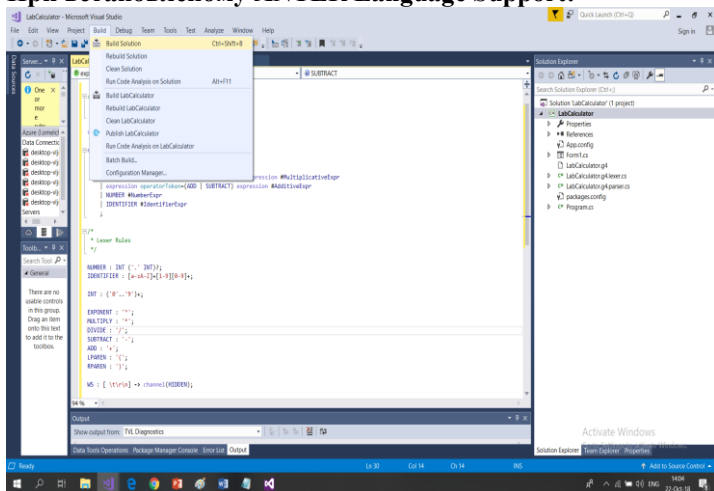
EXPONENT : '^';
MULTIPLY : '*';
DIVIDE : '/';
SUBTRACT : '-';
ADD : '+';
LPAREN : '(';
RPAREN : ')';

WS : [ \t\r\n] -> channel(HIDDEN);

```

= присвоювання
 : мітка початку
 ; мітка закінчення правила

При встановленому ANTLR Language Support:



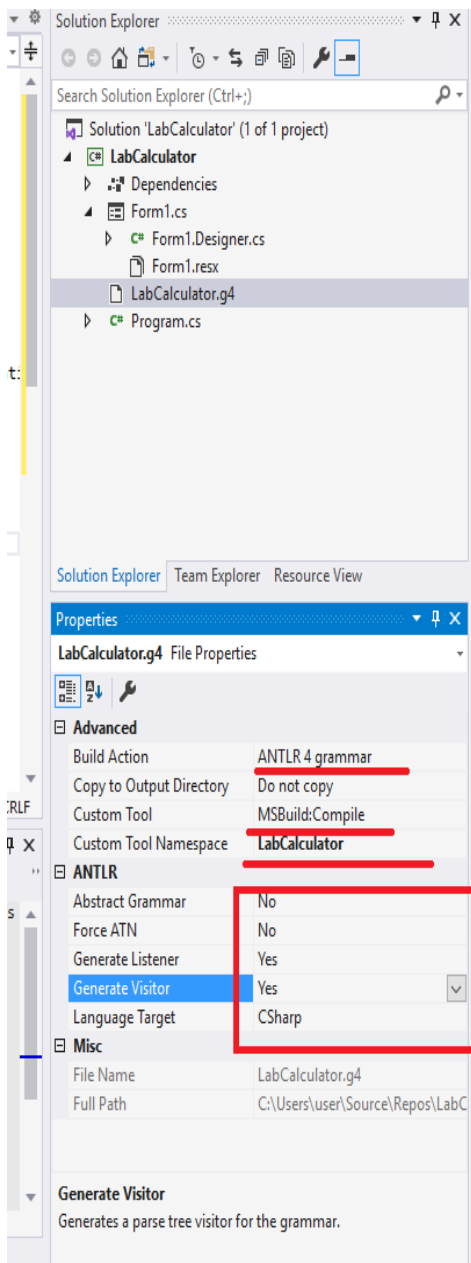
Без встановленого ANTLR Language Support (VS 2019 на 04.11.2019):

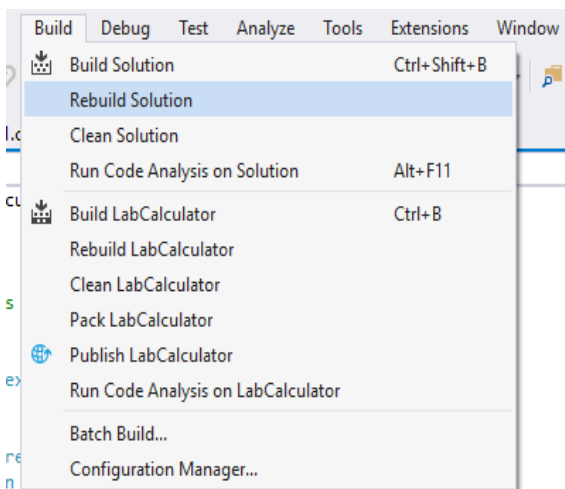
If you have the ANTLR Language Support extension installed, this step is automatically performed. Otherwise, you will need to right click the

grammar file in **Solution Explorer** and select **Properties**. In the properties window, configure the following items.

- **Build Action:** Antlr4
- **Custom Tool:** MSBuild:Compile
- **Custom Tool Namespace:** The complete name of the namespace you want the generated classes to be located within. The ANTLR Language Support extension configures this field according to the root namespace configured for the C# project combined with the subfolder within the project where the grammar is located.

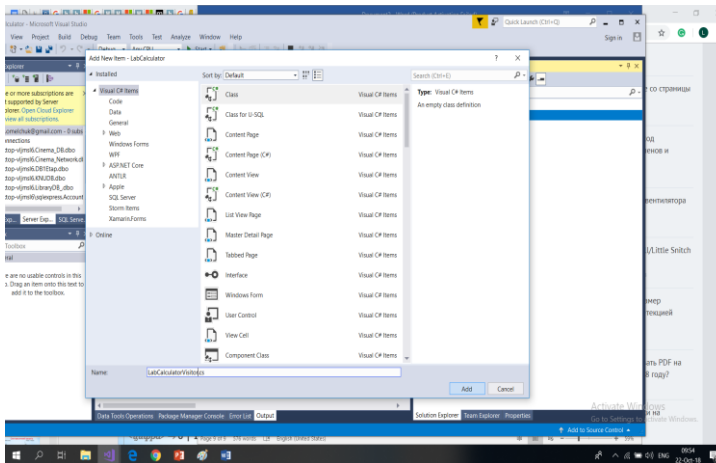
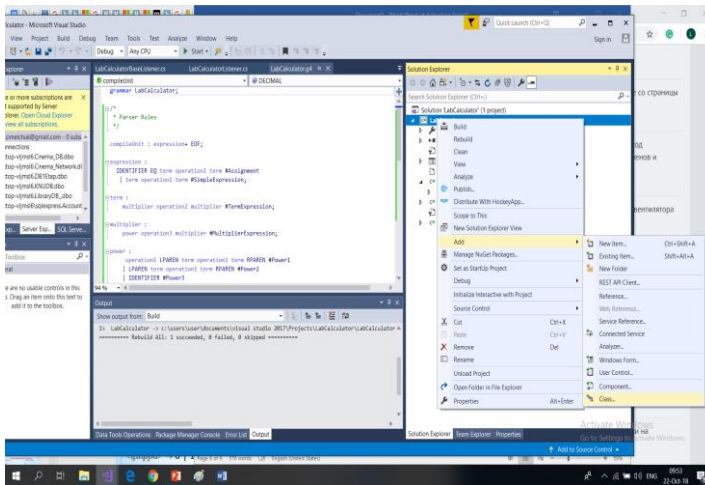
Закрийте та відкрийте заново Visual Studio з Вашим проектом

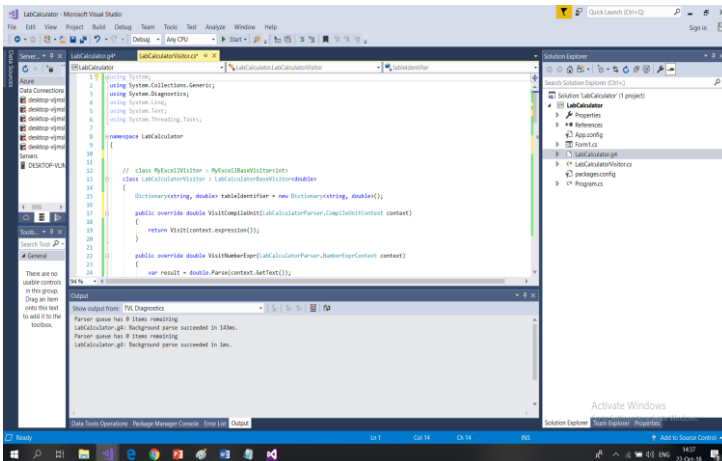




user > Source > Repos1 > LabCalculator > obj > Debug > netcoreapp3.1				
Name	Date modified	Type	Size	
.NETCoreApp,Version=v3.1.AssemblyAttr...	05.10.2020 15:43	Visual C# Source F...	1 KB	
LabCalculator.AssemblyInfo.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	1 KB	
LabCalculator.AssemblyInfoInputs.cache	05.10.2020 15:52	CACHE File	1 KB	
LabCalculator.assets.cache	05.10.2020 15:48	CACHE File	26 KB	
LabCalculator.csproj.Antlr4GeneratedCo...	05.10.2020 15:52	Text Document	1 KB	
LabCalculator.csproj.CopyComplete	05.10.2020 15:52	COPYCOMPLETE ...	0 KB	
LabCalculator.csproj.CoreCompileInputs...	05.10.2020 15:52	CACHE File	1 KB	
LabCalculator.csproj.FileListAbsolute	05.10.2020 15:52	Text Document	3 KB	
LabCalculator.csproj.GenerateResource.c...	05.10.2020 15:52	CACHE File	1 KB	
LabCalculator.csproj.AssemblyReference...	05.10.2020 15:52	CACHE File	1 KB	
LabCalculator.designer.deps	05.10.2020 15:48	JSON File	56 KB	
LabCalculator.designer.runtimeconfig	05.10.2020 15:48	JSON File	1 KB	
LabCalculator.dll	05.10.2020 15:52	Application extens...	20 KB	
LabCalculator	05.10.2020 15:52	Application	171 KB	
LabCalculator.Form1.resources	05.10.2020 15:52	RESOURCES File	1 KB	
LabCalculator.genruntimeconfig.cache	05.10.2020 15:52	CACHE File	1 KB	
LabCalculator	05.10.2020 15:52	PDB File	19 KB	
LabCalculator.tokens	05.10.2020 15:52	TOKENS File	1 KB	
LabCalculatorBaseListener.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	8 KB	
LabCalculatorBaseVisitor.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	7 KB	
LabCalculatorLexer.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	6 KB	
LabCalculatorLexer.tokens	05.10.2020 15:52	TOKENS File	1 KB	
LabCalculatorListener.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	6 KB	
LabCalculatorParser.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	18 KB	
LabCalculatorVisitor.cs	05.10.2020 15:52	Visual C# Source F...	5 KB	

Незалежно від встановлення ANTLR Language Support:





```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace LabCalculator
{
    class LabCalculatorVisitor : LabCalculatorBaseVisitor<double>
    {
        //таблиця ідентифікаторів (тут для прикладу)
        //в лабораторній роботі замінити на свою!!!!
        Dictionary<string, double> tableIdentifier = new
        Dictionary<string, double>();

        public override double
        VisitCompileUnit(LabCalculatorParser.CompileUnitContext context)
        {
            return Visit(context.expression());
        }

        public override double
        VisitNumberExpr(LabCalculatorParser.NumberExprContext context)
        {
            var result = double.Parse(context.GetText());
            Debug.WriteLine(result);
        }
    }
}

```

```

        return result;
    }

    //IdentifierExpr
    public override double
VisitIdentifierExpr(LabCalculatorParser.IdentifierExprContext
context)
    {
        var result = context.GetText();
        double value;
        //видобути значення змінної з таблиці
        if (tableIdentifier.TryGetValue(result.ToString(), out value))
        {
            return value;
        }
        else
        {
            return 0.0;
        }
    }

    public override double
VisitParenthesizedExpr(LabCalculatorParser.ParenthesizedExprCont
ext context)
    {
        return Visit(context.expression());
    }

    public override double
VisitExponentialExpr(LabCalculatorParser.ExponentialExprContext
context)
    {
        var left = WalkLeft(context);
        var right = WalkRight(context);

        Debug.WriteLine("{0} ^ {1}", left, right);
        return System.Math.Pow(left, right);
    }

    public override double
VisitAdditiveExpr(LabCalculatorParser.AdditiveExprContext context)
    {
        var left = WalkLeft(context);

```

```

    var right = WalkRight(context);

    if (context.operatorToken.Type == LabCalculatorLexer.ADD)
    {
        Debug.WriteLine("{0} + {1}", left, right);
        return left + right;
    }
    else //LabCalculatorLexer.SUBTRACT
    {
        Debug.WriteLine("{0} - {1}", left, right);
        return left - right;
    }
}

public override double
VisitMultiplicativeExpr(LabCalculatorParser.MultiplicativeExprConte
xt context)
{
    var left = WalkLeft(context);
    var right = WalkRight(context);

    if (context.operatorToken.Type ==
LabCalculatorLexer.MULTIPLY)
    {
        Debug.WriteLine("{0} * {1}", left, right);
        return left * right;
    }
    else //LabCalculatorLexer.DIVIDE
    {
        Debug.WriteLine("{0} / {1}", left, right);
        return left / right;
    }
}

private double
WalkLeft(LabCalculatorParser.ExpressionContext context)
{
    return
Visit(context.GetRuleContext<LabCalculatorParser.ExpressionConte
xt>(0));
}

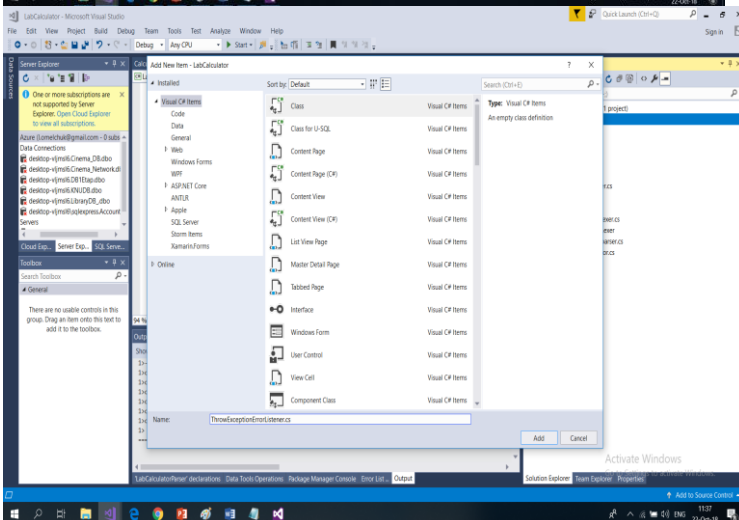
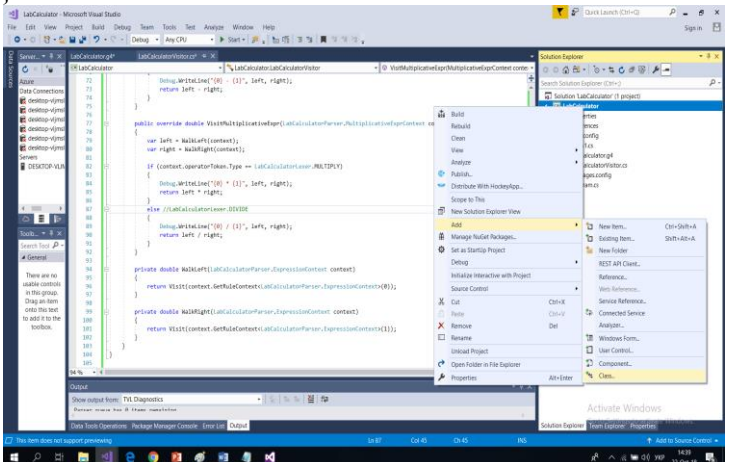
private double
WalkRight(LabCalculatorParser.ExpressionContext context)

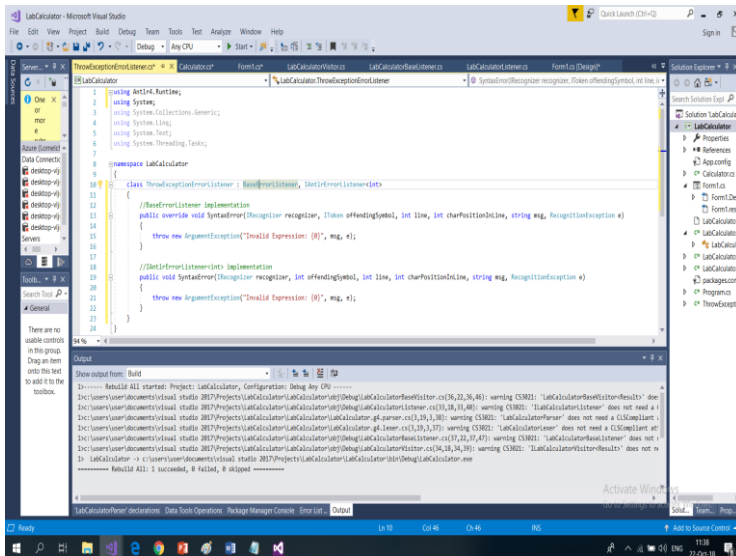
```

```

    }
    return
Visit(context.GetRuleContext<LabCalculatorParser.ExpressionConte
xt>(1));
}
}
}
}

```





```
using Antlr4.Runtime;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
```

```
namespace LabCalculator
```

```
{
    class ThrowExceptionHandlerListener : BaseErrorListener,
    IAntlrErrorListener<int>
    {
```

```
        //BaseErrorListener implementation
```

```
        public override void SyntaxError(IRecognizer recognizer, IToken
offendingSymbol, int line, int charPositionInLine, string msg,
RecognitionException e)
        {
```

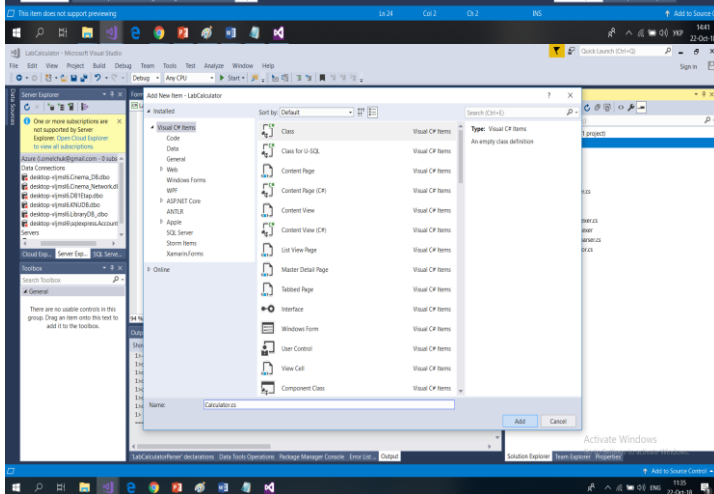
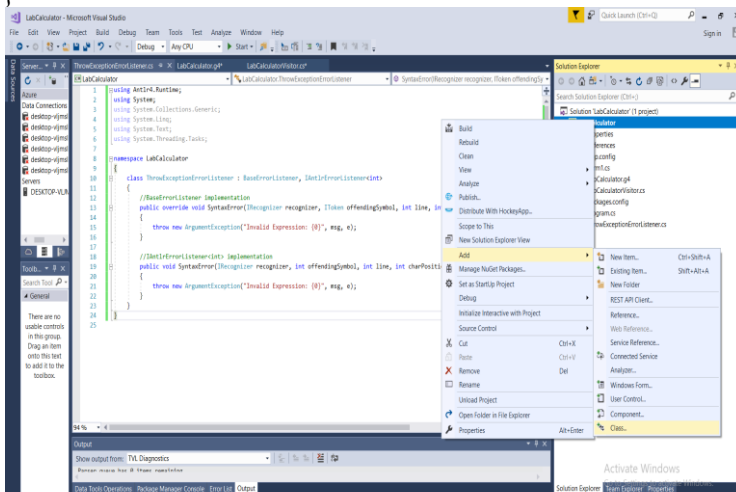
```
            throw new ArgumentException("Invalid Expression: {0}",
msg, e);
        }
```

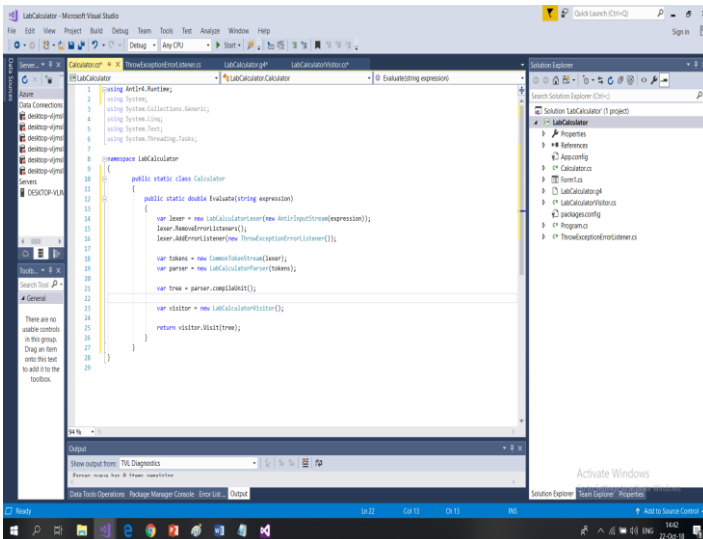
```
        //IAntlrErrorListener<int> implementation
```

```

        public void SyntaxError(IRRecognizer recognizer, int
offendingSymbol, int line, int charPositionInLine, string msg,
RecognitionException e)
        {
            throw new ArgumentException("Invalid Expression: {0}",
msg, e);
        }
    }
}

```





```

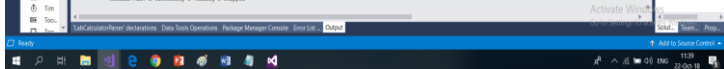
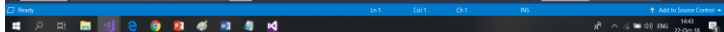
using Antlr4.Runtime;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

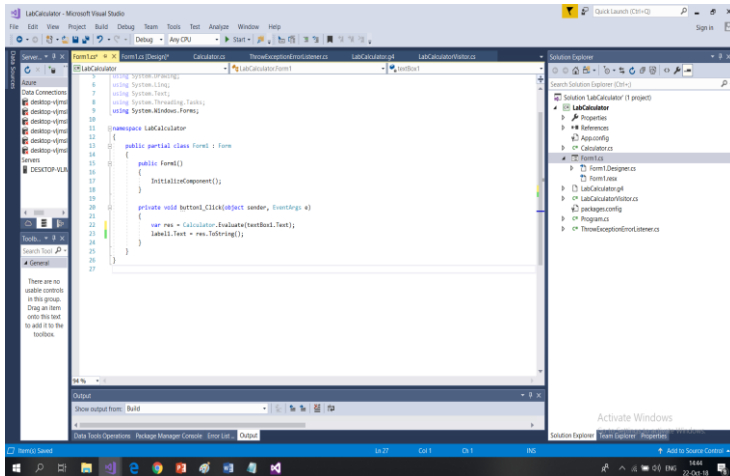
namespace LabCalculator
{
    public static class Calculator
    {
        public static double Evaluate(string expression)
        {
            var lexer = new LabCalculatorLexer(new
            AntlrInputStream(expression));
            lexer.RemoveErrorListeners();
            lexer.AddErrorListener(new
            ThreadExceptionHandler());

            var tokens = new CommonTokenStream(lexer);
            var parser = new LabCalculatorParser(tokens);

            var tree = parser.compileUnit();

```





Тема 6. МОВА C#: ОПЕРАТОРИ ОБРОБКИ ВИКЛЮЧЕНЬ, НЕЯВНІ, АНОНІМНІ ТА ДИНАМІЧНІ ТИПИ ДАНИХ

Огляд, мета і призначення теми: навчитися використовувати принципи об'єктно-орієнтованого програмування на прикладі мови програмування C#. Класи, перетворення типів, оператори та вирази, оператори обробки виключень, неявні, анонімні та динамічні типи даних (продовження).

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: вміти пояснити відмінності між класами та об'єктами. Знати та розуміти основні парадигми ООП. Розуміти та вміти використовувати перетворення типів, оператори та вирази, оператори обробки виключень, неявні, анонімні та динамічні типи даних в мові C#.

Лабораторний практикум 6.

Захист лабораторної роботи №1 (45 хв.) та домашнього завдання № 5 (45 хв.)

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання на освоєння принципів роботи з типами var, dynamic, object

Завдання 1. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
static void Main(string[] args)
{
    dynamic a;
    a = 10;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 2. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
static void Main(string[] args)
{
    object a;
    a = 10;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 3. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        var a;
        a = 10;
        Console.WriteLine("a=" + a);

        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 4. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
object a = 5;
Console.WriteLine("a=" + a);
object b = "bbb";
Console.WriteLine("b=" + b);
object c = a;
Console.WriteLine("c=" + c);
object d = "aaa";
Console.WriteLine("d=" + d);
d = 10;
Console.WriteLine("d=" + d);
```

Завдання 5. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
dynamic a = 5;
Console.WriteLine("a=" + a);
dynamic b = "bbb";
Console.WriteLine("b=" + b);
dynamic c = a;
Console.WriteLine("c=" + c);
dynamic d = "aaa";
Console.WriteLine("d=" + d);
d = 10;
Console.WriteLine("d=" + d);
```

Завдання 6. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
var a = 5;
Console.WriteLine("a=" + a);
var b = "bbb";
Console.WriteLine("b=" + b);
var c = a;
Console.WriteLine("c=" + c);
var d = "aaa";
Console.WriteLine("d=" + d);
d = 10;
Console.WriteLine("d=" + d);
```

Завдання 7. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
static void Main(string[] args)
{
    dynamic a;
    a = 10;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = "aaa";
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = 3.1;
    Console.WriteLine("a=" + a);
    Console.WriteLine("a.SomeMethod = " + a.SomeMethod());

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 8. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
static void Main(string[] args)
{
    var a;
    a = 10;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = "aaa";
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = 3.1;
    Console.WriteLine("a=" + a);
    Console.WriteLine("a.SomeMethod = " + a.SomeMethod());

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 9. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
static void Main(string[] args)
{
    object a;
    a = 10;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = "aaa";
    Console.WriteLine("a=" + a);

    a = 3.1;
    Console.WriteLine("a=" + a);
    Console.WriteLine("a.SomeMethod = " + a.SomeMethod());

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 10. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    var a = new { Name = "Ivan", Age = 17 };

    Console.WriteLine("a.Name=" + a.Name);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 11. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    dynamic a = new { Name = "Ivan", Age = 17 };

    Console.WriteLine("a.Name=" + a.Name);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 12. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    object a = new { Name = "Ivan", Age = 17 };

    Console.WriteLine("a.Name=" + a.Name);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 13. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    var a = 2;
    a += 4;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 14. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    dynamic a = 2;
    a += 4;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 15. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
static void Main(string[] args)
{
    object a = 2;
    a += 4;
    Console.WriteLine("a=" + a);

    Console.ReadKey(true);
}
```

Завдання 16. Які висновки можна зробити з запитань 1-3?

Завдання 17. Які висновки можна зробити з запитань 4-6?

Завдання 18. Які висновки можна зробити з запитань 7-9?

Завдання 19. Які висновки можна зробити з запитань 10-15?

Завдання на порівняння структур і класів в мові C#

Завдання 20. Чи можна створити конструктор без параметрів? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    int age;
    string name;

    0 references
    public Student()
    {
        age = 16;
        name = "Ivan";
    }
}
```

Завдання 21. Чи можна створити конструктор без параметрів? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
class Student
{
    int age;
    string name;

    0 references
    public Student()
    {
        age = 16;
        name = "Ivan";
    }
}
```

Завдання 22. Чи можна ініціалізувати значення полів в місці їх оголошення? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    int age = 16;
    string name;
}
```

Завдання 23. Чи можна ініціалізувати значення полів в місці їх оголошення? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
class Student
{
    int age = 16;
    string name;
}
```

Завдання 24. Чи можна створити конструктор з параметрами? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    int age;
    string name;
    0 references
    public Student(string nn)
    {
        name = nn;
        age = 16;
    }
}
```

Завдання 25. Чи можна створити конструктор з параметрами? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
class Student
{
    int age;
    string name;
    0 references
    public Student(string nn)
    {
        name = nn;
        age = 16;
    }
}
```

Завдання 26. Чи можна в конструкторі ініціалізувати не усі поля? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    int age;
    string name;
    0 references
    public Student(int n)
    {
        age = n;
    }
}
```

Завдання 27. Чи можна в конструкторі ініціалізувати не усі поля? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
class Student
{
    int age;
    string name;
    0 references
    public Student(int n)
    {
        age = n;
    }
}
```

Завдання 28. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    public int age;
    public string name;
    1 reference
    public Student(int a, string n)
    {
        age = a;
        name = n;
    }
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Student st1 = new Student();
        Student st2 = new Student(16, "Ivan");
        Student st3;
        st3.name = "Kolya";

        Console.WriteLine("st1: name {0}, age: {1}", st1.name, st1.age);
        Console.WriteLine("st2: name {0}, age: {1}", st2.name, st2.age);
        Console.WriteLine("st3: name {0}, age: {1}", st3.name, st3.age);
        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 29. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
class Student
{
    public int age;
    public string name;
    2 references
    public Student(int a, string n)
    {
        age = a;
        name = n;
    }
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Student st1 = new Student();
        Student st2 = new Student(16, "Ivan");
        Student st3;
        st3.name = "Kolya";
        Console.WriteLine("st1: name {0}, age: {1}", st1.name, st1.age);
        Console.WriteLine("st2: name {0}, age: {1}", st2.name, st2.age);
        Console.WriteLine("st3: name {0}, age: {1}", st3.name, st3.age);
        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 30. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
struct Student
{
    public int age;
    public string name;
    0 references
    public Student(int a, string n)
    {
        age = a;
        name = n;
    }
}
0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Student st = null;
        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 31. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
class Student
{
    public int age;
    public string name;
    0 references
    public Student(int a, string n)
    {
        age = a;
        name = n;
    }
}
0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Student st = null;
        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 32. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
struct Student
{
    public int age;
}

3 references
class Student1
{
    public int age;
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Student st1 = new Student() { age = 17 };
        Student st2 = st1;
        st2.age = 20;
        Console.WriteLine("Struct: st1.age={0}, st2.age={1}", st1.age, st2.age);

        Student1 st3 = new Student1() { age = 17 };
        Student1 st4 = st3;
        st4.age = 20;
        Console.WriteLine("Class: st3.age={0}, st4.age={1}", st3.age, st4.age);

        Console.ReadKey(true);
    }
}
```

Завдання 33. Які висновки можна зробити з запитань 20 та 21?

Завдання 34. Які висновки можна зробити з запитань 22 та 23?

Завдання 35. Які висновки можна зробити з запитань 24 та 25?

Завдання 36. Які висновки можна зробити з запитань 26 та 27?

Завдання 37. Які висновки можна зробити з запитань 28 та 29?

Завдання 38. Які висновки можна зробити з запитань 30 та 31?

Завдання 39. Які висновки можна зробити з запитання 13?

Завдання на опанування властивостями в мові C#

Завдання 40. Створити консольний додаток. Запустіть його.

Який результат?

2 references

```
class Square /*квадрат*/
{
    private double side; /*довжина сторони*/
    2 references
    public double Area /*площа*/
    {
        get { return side * side; }
        set { side = Math.Sqrt(value); }
    }
}
```

0 references

```
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Square t = new Square();
        //Призначення властивості площі ініціює виклик методу set
        t.Area = 25;
        //Звернення до властивості Area ініціює виклик методу get
        Console.WriteLine("Площа квадрата: " + t.Area);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 41. Використання Automatic Properties. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class Student
{
    //Автоматично реалізовані властивості (Auto-implemented properties)
    //на випадок примітивних get і set

    // ініціалізація автоматично реалізованих
    //властивостей можлива, починаючи з версії C# 6
    1 reference
    public string Name { get; set; } = "Іван";
    2 references
    public int Age { get; set; } = 21;
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student st = new Student();
        st.Age = 18;
        Console.WriteLine("Ім'я студента: " + st.Name);
        Console.WriteLine("Вік студента: " + st.Age);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 42. Властивість можна зробити лише для читання, лише надавши доступ `get`. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

2 references

`class Student`

```
{
    public string name = "Іван";
    private int age = 18;
    1 reference
    public string Name
    {
        get { return name; }
    }
    2 references
    public int Age
    {
        get { return age; }
    }
}
```

0 references

`internal class Program`

```
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student st = new Student();
        st.Age = 18;
        Console.WriteLine("Ім'я студента: " + st.Name);
        Console.WriteLine("Вік студента: " + st.Age);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 43. Властивість можна зробити лише для запису, лише надавши доступ `set`. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class Student
{
    private string name = "Іван";
    private int age;
    2 references
    public string Name
    {
        set { name = value; }
    }
    2 references
    public int Age
    {
        set { age = value; }
    }
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student st = new Student();
        st.Age = 18;
        st.Name = "Іван";
        Console.WriteLine("Ім'я студента: " + st.Name);
        Console.WriteLine("Вік студента: " + st.Age);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 44. Чи можемо ми визначити властивості як дві різні множини? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

2 references

```
class Student
```

```
{
    private string name;
    2 references
    public string Name
    {
        set { name = value; }
    }

    2 references
    public string Name
    {
        get { return name; }
    }
}
```

0 references

```
internal class Program
```

```
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student st = new Student();
        st.Name = "Іван";
        Console.WriteLine("Ім'я студента:" + st.Name);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 45. Чи можемо ми визначити властивості з такими ж іменами, як уже визначена змінна? Створити консольний додаток. Запустити його. Який результат?

2 references

```
class Student
{
    private string name;
    4 references
    public string name
    {
        set { name = value; }
        get { return name; }
    }
}
```

0 references

```
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student st = new Student();
        st.name = "Іван";
        Console.WriteLine("Ім'я студента: " + st.name);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 46. Чи може властивість бути позначено як статичну? Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
2 references
class Student
{
    private static string name;
    2 references
    public static string Name
    {
        set { name = value; }
        get { return name; }
    }
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    static void Main()
    {
        Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;
        Student.Name = "Іван";
        Console.WriteLine("Ім'я студента: " + Student.Name);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 47. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

- ☐ Get використовується для зчитування та запису значення властивості.
- ☐ Змінна, що використовується для властивості, повинна бути того ж типу даних, що і тип даних властивості.
- ☐ Властивість може мати тип результату void.
- ☐ Властивість не може мати тип результату void.
- ☐ Get використовується лише для зчитування значення властивості. Властивість, яка має лише get, не може бути встановлена жодним значенням від користувача.

Завдання на опанування перерахувань (enum) в мові C#

Завдання 48. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

0 references

class Program

```
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Wage wage = Wage.Small;
        Console.WriteLine("Wage is {0}", wage);
        Console.WriteLine("Wage is {0}", (int)wage);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

2 references

enum Wage

```
{
    Small,
    Medium,
    Pretty_med,
    Large
}
```

Завдання 49. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Wage wage = Wage.Small;
        ClothesSize size = ClothesSize.L;
        Console.WriteLine("Wage is {0}", wage);
        Console.WriteLine("Wage is {0}", (int)wage);
        Console.WriteLine("Size is {0}", size);
        Console.WriteLine("Size is {0}", (int)size);
        Console.ReadKey();
    }
}

3 references
enum Wage
{
    Small,
    Medium,
    Pretty_med,
    Large
}

2 references
enum ClothesSize : Wage
{
    XS,
    S,
    M,
    L,
    XL
}
```

Завдання 50. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

```
0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Wage wage = Wage.Small;
        Console.WriteLine("Wage is {0}", wage);
        Console.WriteLine("Wage is {0}", (int)wage);
        Console.ReadKey();
    }
}

3 references
enum Wage
{
    Small,
    Medium,
    Pretty_med,
    Large
}

0 references
class ClothesSize : Wage
{
}
```

Завдання 51. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
8 references
enum Wage
{
    Small,
    Medium,
    Pretty_med,
    Large
}

0 references
class Program
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        int wage = 1;
        Console.WriteLine(Wage.Medium.CompareTo(Wage.Small));
        Console.WriteLine(Wage.Medium.CompareTo(Wage.Medium));
        Console.WriteLine(Wage.Medium.CompareTo(Wage.Large));

        if (wage == Wage.Medium)
        {
            Console.WriteLine("true");
        }

        if (wage == (int)Wage.Medium)
        {
            Console.WriteLine("true");
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Завдання 52. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

4 references

```
enum Wage
{
    Small = 90,
    Medium,
    Pretty_med = 100,
    Large
}
```

0 references

```
class Program
```

```
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        string[] names;
        names = Wage.GetNames(typeof(Wage));
        foreach (var name in names)
        {
            Console.WriteLine(name);
        }

        Console.WriteLine((int)Wage.Medium);
        Console.WriteLine((int)Wage.Large);
        Console.ReadLine();
    }
}
```

Завдання 53. Створити консольний додаток. Запустіть його.
Який результат?

2 references

```
enum Wage
{
    Small = 90,
    Medium,
    Pretty_med = Small,
    Large
}
```

0 references

```
class Program
```

```
{
    0 references
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine((int)Wage.Medium);
        Console.WriteLine((int)Wage.Large);
        Console.ReadLine();
    }
}
```

Завдання 54. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
7 references
internal enum Wage
{
    Small,
    Medium,
    Large
}

0 references
internal class Program
{
    0 references
    private static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine(CheckWage(Wage.Small));
        Console.WriteLine(CheckWage(Wage.Large));
        Console.WriteLine(CheckWage(Wage.Medium));
        Console.ReadKey();
    }

    3 references
    public static string CheckWage(Wage wage)
    {
        switch (wage)
        {
            case Wage.Small:
                return "Small";
            case Wage.Medium:
                return "Medium";
            case Wage.Large:
                return "Large";
            default:
                return "no wage";
        }
    }
}
```

Завдання 55. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат?

```
7 references
internal enum Wage
{
    Small,
    Medium,
    Large
}
0 references
internal class Program
{
    0 references
    private static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine(CheckWage((Wage)0));
        Console.WriteLine(CheckWage((Wage)2));
        Console.WriteLine(CheckWage((Wage)1));
        Console.ReadKey();
    }

    3 references
    public static string CheckWage(Wage wage)
    {
        switch (wage)
        {
            case Wage.Small:
                return "Small";
            case Wage.Medium:
                return "Medium";
            case Wage.Large:
                return "Large";
            default:
                return "no wage";
        }
    }
}
```

Завдання 56. Які висновки можна зробити? Виберіть усі правильні відповіді.

- ☐ Значення перелічного типу можна змінити після ініціалізації.
- ☐ Перелічний тип не може бути похідним від будь-якого іншого типу, окрім типу байт, sbyte, короткий, ushort, int, uint, long або ulong.
- ☐ Більше одного члена enum не може ініціалізувати одне і те ж постійне значення.
- ☐ Методи перетворення не можуть використовуватися для перетворення enum з одного типу даних в інший.
- ☐ Численні заздалегідь визначені методи перетворення можуть використовуватися для перетворення enum з одного типу даних в інший.
- ☐ Класи можуть успадковуватися від enum.
- ☐ Більше одного члена enum може ініціалізувати одне і те ж постійне значення.
- ☐ Перелічний тип діє як константа, тому його значення не можна змінити після ініціалізації.
- ☐ Перелічний тип може бути похідним від довільного типу.

Запитання до теми:

1. Що таке виключення?
2. Що таке конструкція try - catch?
3. Що таке конструкція try - catch - finally?
4. Як створити користувацьке виключення?
5. Що таке анонімні типи?
6. Що таке динамічний тип?
7. Що робить оператор dynamic?

Завдання для самостійної роботи.

Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Підготовка до контрольної роботи. Використати ANTLR для свого варіанту лабораторної роботи №1.

Тема 7. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ C#

Огляд, мета і призначення теми: ознайомитися з функціональними можливостями C#. Лямбда-вирази. Застосування лямбда-виразів.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: вміти використовувати LINQ.

Огляд, мета і призначення теми: XML - мова розмітки документів. Основні компоненти XML-документа. Декларація XML. XML-елементи. Застосування XML. Моделі DOM та SAX для обробки XML. Рівні DOM. Порівняння технологій DOM та SAX. Робота з XML. Застосування LINQ to XML. Мова запитів XPath. Трансформація XML. Трансформація XML з використанням XSLT.

Лабораторний практикум 7.

Робота з XML та JSON (для лабораторних робіт) (30 хв.), захист лабораторної роботи №1 (30 хв.), контрольна робота №1 (30 хв.).

Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Виконання домашнього завдання №6.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ РОБОТА З XML

XML – мова розмітки документів

XML (англ. *Extensible Markup Language* – розширювана мова розмітки) – запропонований консорціумом World Wide Web (W3C) стандарт побудови мов розмітки ієрархічно структурованих даних для обміну між різними програмами.

Мова розмітки документів – це набір спеціальних інструкцій (*тегів*), що призначені для формування структури документів і визначення відношень між різними елементами цієї структури.

Теги являють собою *імена елементів* в кутових дужках.

Як правило, теги застосовуються в парі. Перший з яких називається *початковим тегом*, а другий – *кінцевим*. Наприклад: <пункт> </пункт>.

Документ мовою XML (XML документ) – набір XML елементів. Він називається *коректним*, якщо відповідає всім синтаксичним правилам XML.

Основні вимоги до XML документів:

- в заголовку документа міститься оголошення XML;
- існує єдиний *кореневий елемент* (тобто, текст та інші дані всього документа повинні бути розміщені між початковим кореневим тегом та відповідним йому заключним);
- кожному відкриваючому тегу, що визначає деяку область даних повинен відповідати закриваючий тег;
- в XML враховується регістр символів;
- всі значення атрибутів, що використовуються у визначенні тегів, повинні бути в лапках;
- при вкладеності тегів потрібно чітко дотримуватися порядку відкриваючих та закриваючих тегів.

XML документ складається з наступних основних компонент: декларація, теги, атрибути, посилання на сутності, інструкції з обробки, коментарі.

Додати коментар в XML документ дозволяє конструкція: позначаються:

<!-- Текст коментаря -->.

Вказівки щодо обробки документа (наприклад декларація) позначаються:

<? Вказівки ?>.

Для створення області документа, яку аналізатор буде розглядати як текст, ігноруючи спеціальні символи та інструкції, але, на відміну від коментарів, буде існувати можливість використовувати цей текст в програмі, потрібно помістити його між відкриваючим тегом **<![CDATA]** та закриваючим **]]>**. Вміст цього елемента не повинен містити послідовність символів **]]**.

В декларації документа вказується використана версія XML (атрибут **version**). Крім того, можуть бути зазначені деякі інші параметри, зокрема:

- атрибут **encoding** відповідає за вказання кодування символів. Якщо в тегах не використовуються не латинські літери (напр. українські, російські), то зручним є кодування UTF-8 (об'єм менший, ніж у UTF-16);

▪ атрибут **standalone**, що відповідає за зовнішню залежність документа. Про автономність документа (не імпортування інших документів) свідчить значення "yes".

Приклад:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>.
```

Імена елементів, як і імена атрибутів, не можуть містити прогалики, але можуть містити літери (будь якої мови, що підтримується кодуванням документа вказаному в декларації), цифри, дефіс, крапка, підкреслювання, двокрапка. Починатися ім'я може з літери, підкреслювання чи двокрапки.

XML елементом називається комбінація початкового, кінцевого тегу та вмісту елемента. Елементи, які не мають вмісту, називаються *порожніми елементами*. Вмістом елементів може бути текст, інші, вкладені, елементи документа, секції CDATA, вказівки щодо обробки документа, коментарі.

XML елементи можуть мати список *атрибутів*, які задаються в початковому тегу після імені елемента та перераховуються через прогалик. Атрибути дозволяють задати параметри елемента. Вони складаються з *імені* та *значення атрибута*, значення атрибута обов'язково повинно міститися в лапках (" " чи ' '). В іменах та значеннях атрибутів не можуть використовуватися такі спеціальні символи, як "&", "<" та ">".

```
<?xml version = "1.0" encoding="windows-1251" ?>
<libraryDatabase>
  <book>
    <title>"12 стільців"</title>
    <author>"Ільф"</author>
    <author>"Петров"</author>
  </book>
  <book>
    <title> "Золоте теля" </title>
    <author>"Ільф"</author>
    <author>"Петров"</author>
  </book>
</libraryDatabase>
```

Застосування XML

Налаштування програми в форматі XML

Зручно зберігати налаштування вашої програми в форматі XML. Синтаксис інтуїтивно зрозумілий, тому для редагування підходить довільний текстовий редактор, наявність бібліотек програмних компонент, які допомагають виконувати синтаксичний розбір. Крім того, збереження налаштувань в окремому файлі може позбавити необхідності внесення змін в код.

Наприклад, файли налаштувань проєктів App.config та Web.config.

XML – зручний інструмент для формування даних табличних звітів, які складаються з однієї чи більше табличних форм. Для форматування звіту в зручну для сприйняття форму можна застосовувати XML розширення – XSLT (трансформація), застосовуючи яке, можна налаштувати перетворення XML звіту в XHTML документ прийняттого вигляду. Документи Microsoft Office можна зберігати в форматі XML. Для кожного застосування з Microsoft Office існує окрема схема документа, а відповідно і схема *трансформації*, яка перетворює звіт в документ Microsoft Excel чи Microsoft Word в форматі XML.

XML, в першу чергу створено для збереження та передачі наборів структурованої інформації.

Існує два основних підходи до обробки XML документів: DOM та SAX.

DOM (Document Object Model) – це технологія, яка базується на формуванні в оперативній пам'яті ієрархічних структур даних, які відповідають всьому XML документу. DOM – це побудова об'єктної моделі документа (всі елементи та їх атрибути представляються в пам'яті окремими об'єктами).

SAX (Simple API for XML) – це аналіз вмісту XML документа в процесі послідовного читання даних файлу. Іншими словами, SAX - це найпростіший інтерфейс обробки XML, який не потребує додаткових витрат.

Ці два підходи не конкурують між собою, а доповнюють один одного, оскільки їх достоїнства та недоліки практично не перетинаються.

Переваги XML DOM:

- Простота. Усі вузли XML документа доступні одразу. Легко виконувати пошук вузлів.

- Можна легко редагувати XML документ: додавати, видаляти, переміщувати вузли, тощо.

Переваги SAX:

- Економія пам'яті.
- Повний контроль над процесом розбору документа.
- XML документ використовується для збереження кеша даних.

Вміст цього кеша може постійно змінюватися в процесі виконання програми.

- Об'єми документів XML, з якими ви маєте справу, невеликі. Вам важлива прозорість та наглядність програмного коду формування XML документів. Швидкість виконання запитів вас влаштовує.

- Необхідно сформулювати звіт невеликого обсягу.

- XML документ використовується, як деяка прикладна структура даних, наприклад, для представлення в пам'яті алгоритму роботи інтерпретатора, кеша метаданих чи іншої серіалізуємої структури.

- Потрібно прочитати всі чи здійснити пошук лише потрібних вам даних з достатньо об'ємного XML документа. Редагувати документ немає потреби. Представлення XML у вигляді об'єктної моделі занадто велике.

- Потрібно перекласти великі об'єми інформації довільного формату в XML представлення.

Робота з XML

XML-класи в просторі імен System.Xml утворюють повнофункціональний інтегрований набір класів, який дозволяє працювати з XML-документами та даними. XML-класи підтримують синтаксичний аналіз і запис XML-кода, зміну XML-даних в пам'яті, перевірку даних.

Обробка XML в пам'яті (DOM технологія)

Платформа .NET Framework пропонує три способи обробки даних XML в пам'яті: LINQ to XML, клас XPathNavigator та клас XmlDocument.

Обробка XML на основі потоку (SAX технологія)

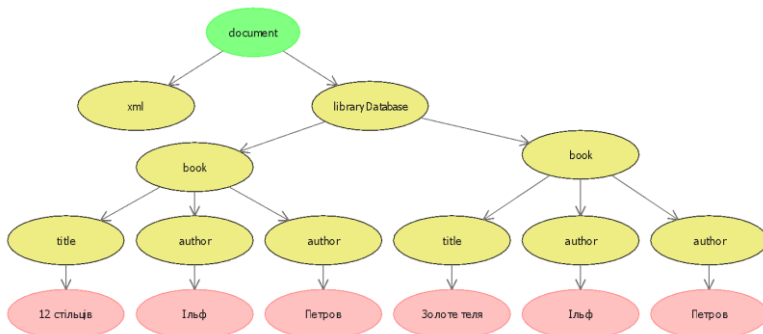
Класи XmlWriter та XmlReader забезпечують однопрохідний спосіб обробки XML-даних без кешування.

Модель DOM для обробки XML

Нехай є наступний XML документ:

```
<?xml version = "1.0" encoding="windows-1251" ?>
<libraryDatabase>
  <book>
    <title>"12 стільців"</title>
    <author>"Ільф"</author>
    <author>"Петров"</author>
  </book>
  <book>
    <title> "Золоте теля" </title>
    <author>"Ільф"</author>
    <author>"Петров"</author>
  </book>
</libraryDatabase>
```

Дерево представленого вище документу:



Кожен овал являє собою вузол в структурі XML-документа, що називається об'єктом XmlNode. Об'єкт XmlNode є базовим об'єктом дерева DOM. Клас XmlDocument, розширює клас XmlNode, підтримує методи для виконання операцій над документом (наприклад, завантаження його в пам'ять чи збереження XML в файл). Крім того, XmlDocument надає можливості для перегляду вузлів всього XML-документу та виконання операцій над ними

Об'єкти Node мають набір методів та властивостей, а також базових, характеристик.

У кожного вузла є один батьківський вузол. Єдиний вузол, який не має батьківського — кореневий вузол документа, так як це вузол верхнього рівня, який містить сам документ та його фрагменти.

У більшості вузлів може бути декілька дочірніх вузлів. Дочірні вузли можуть мати наступні типи:

- Document
- DocumentFragment
- EntityReference
- Element
- Attribute

Вузли XmlDeclaration, Notation, Entity, CDATASection, Text, Comment, ProcessingInstruction та DocumentType не можуть мати дочірніх вузлів.

Вузли, які знаходяться на одному рівні, — як вузли title and author на схемі — називаються однорівневими.

Рівні DOM

Існує декілька версій DOM, які отримали назву рівнів (англ. Level). Кожен рівень складається із кількох обов'язкових та необов'язкових модулів. Для того, щоб стверджувати про підтримку DOM певного рівня, програма має задовольняти всім вимогам стандарту DOM заявленого рівня, та всім вимогам нижчих рівнів. Також, реалізація інтерфейсу може підтримувати певні розширення, якщо вони не суперечать вимогам стандарту. У 2005 році, рівні 1 та 2 (Level 1, Level 2) та деякі модулі 3-го рівня (Level 3) було визнано як W3C Recommendation, що означає, що вони набули кінцевої форми.

Level 0. Не було стандартизовано, став основою для появи DOM Level 1.

Level 1. Обхід структури (дерева) документа (XML та HTML), та модифікація змісту (включаючи додавання елементів). Також включаються специфічні елементи HTML.

Level 2. Підтримка просторів імен XML, фільтрованих представлень та подій.

Level 3. Складається із 6 різних специфікацій:

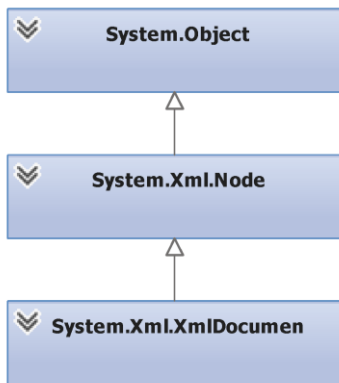
- DOM Level 3 Core;
- DOM Level 3 Load and Save;
- DOM Level 3 XPath;
- DOM Level 3 Views and Formatting;
- DOM Level 3 Requirements;
- DOM Level 3 Validation.

Модель DOM розглядає XML-дані як стандартний набір об'єктів та використовується для обробки XML-даних в пам'яті. Простір **System.Xml** забезпечує програмне представлення

XML-документів, фрагментів, вузлів та наборів вузлів. Воно базується на рекомендаціях базової моделі DOM рівня 1 та моделі DOM рівня 2 консорціуму W3C.

Для роботи з XML необхідно встановити посилання на **System.Xml.dll** файл і додати в код рядок підключення **using System.Xml;**

Клас **XmlDocument** забезпечує представлення XML документа в пам'яті за допомогою DOM 1-го та 2-го рівнів. Цей клас може бути використаний для навігації та редагування XML-вузлів.



Розглянемо основні методи класу XmlDocument

Метод	Опис
CreateNode	Створює XML-вузол в документі. Є також спеціалізовані методи для створення кожного типу вузла, такі як CreateElement , або CreateAttribute .
CloneNode	Створює дублікат вузла XML. Цей метод приймає Boolean аргумент, який називається глибиною (deep). Якщо deep false , то копіюється лише вузол, якщо deep true , всі дочірні вузли також рекурсивно копіюються.
GetElementByID	Знаходить і повертає один вузол на основі ID атрибута.

GetElementsByTagName	Знаходить і повертає список XmlNodeList, що містить всі елементи-нащадки які відповідають імені.
ImportNode	Імпортує вузол з другого документа в поточний документ.
InsertBefore	Вставляє заданий вузол одразу перед зазначеним вузлом-посиланням. (Успадковано від XmlNode)
InsertAfter	Вставляє заданий вузол одразу після зазначеного вузла-посилання. (Успадковано від XmlNode)
Load	Завантажує XML документ з файлу, URL-адреси, XmlReader чи TextReader.
LoadXml	Завантажує XML документ з рядка.
Normalize	Розміщує усі вузли XmlText на максимальну глибину піддерева, розміщеного під даним вузлом XmlNode, в формат, де вузли XmlText розділяються лише розміткою (теги, коментарі, інструкції обробки, тощо). Суміжні вузли XmlText відсутні. (Успадковано від XmlNode)
PrependChild	Додає зазначений вузол в початок списку дочірніх вузлів даного вузла. (Успадковано від XmlNode)
ReadNode	Завантажує вузол з XML документа за допомогою XmlReader.
RemoveAll	Видаляє всі дочірні вузли і (чи) атрибути поточного вузла. (Успадковано від XmlNode)
RemoveChild	Видаляє зазначений дочірній вузол. (Успадковано від XmlNode)
ReplaceChild	Заміняє дочірній вузол oldChild на вузол newChild. (Успадковано від XmlNode)
Save	Зберігає XML документ в зазначеному файлі, потоці XmlWriter чи TextWriter.
SelectNodes	Вибирає список вузлів, які відповідають виразу XPath.

SelectSingleNode	Вибирає перший вузол, який відповідає виразу XPath.
WriteTo	Зберігає вузол XmlDocument в заданому XmlWriter.
WriteContentsTo	Зберігає всі дочірні елементи вузла XmlDocument в заданий XmlWriter.

Створення об'єкта XmlDocument

Для створення об'єкту XmlDocument, створимо екземпляр класу XmlDocument.

XmlDocument об'єкт містить CreateElement і CreateAttribute методи, які додають вузли в XmlDocument об'єкт. XmlElement містить властивості такі, серед яких XmlAttributeCollection. XmlAttributeCollection успадковується від XmlNamedNodeMap класу, який представляє собою набір імен з відповідними значеннями.

Наступний приклад показує, як створити XmlDocument клас та зберегти його у файл.

Не забудьте проімпортувати System.Xml (using System.Xml;) та System.IO (using System.IO;).

```
private static void createAndSaveXmlDocument()
{
    //Створення нового XmlDocument
    var xmlDoc = new XmlDocument();
    XmlElement el;
    int childCounter;
    int grandChildCounter;
    //Створення xml декларації

    xmlDoc.AppendChild(xmlDoc.CreateXmlDeclaration("1.0", "utf-8",
    null));
    //Створення кореневого елемента і додавання його в документ
    el = xmlDoc.CreateElement("MyRoot");
    xmlDoc.AppendChild(el);
    for (childCounter = 1; childCounter <= 3; childCounter++)
    //дочірні елементи
    {
        XmlElement childelmt;
        XmlAttribute childattr;
        //Створення дочірніх елементів з ID
        childelmt = xmlDoc.CreateElement("MyChild");
        childattr = xmlDoc.CreateAttribute("ID");
```

```

        childattr.Value = childCounter.ToString();
        childelmt.Attributes.Append(childattr);
        //Додавання елементу в кореневий елемент
        el.AppendChild(childelmt);
        for (grandChildCounter = 1; grandChildCounter <=
4; grandChildCounter++) {
//Створення дочірніх вузлів для дочірніх вузлів
        XmlElement grandchilde;
        XmlAttribute grandchildeattr;
        grandchilde
xmlDoc.CreateElement("MyGrandChild");
        grandchildeattr
xmlDoc.CreateAttribute("NAME");
        grandchildeattr.Value = childattr.Value + " " +
grandChildCounter.ToString();
        grandchilde.Attributes.Append(grandchildeattr);
        childelmt.AppendChild(grandchilde);
    }
    //Збереження файлу
    xmlDoc.Save(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
    Console.WriteLine("XmlDocumentTest.xml
Created\r\n");
}
//Шлях на робочий стіл
private static string getFilePath(string fileName)
{
    return Path.Combine(Environment.GetFolderPath(

        Environment.SpecialFolder.Desktop), fileName);
}
public static
void Main(string[] args)
{
    createAndSaveXmlDocument();
    Console.ReadKey();
}

```

Згенеровано файл:

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MyRoot>
  <MyChild ID="1">
    <MyGrandChild NAME="1 1" />
    <MyGrandChild NAME="1 2" />
  </MyChild>
</MyRoot>

```

```

    <MyGrandChild NAME="1 3" />
    <MyGrandChild NAME="1 4" />
  </MyChild>
  <MyChild ID="2">
    <MyGrandChild NAME="2 1" />
    <MyGrandChild NAME="2 2" />
    <MyGrandChild NAME="2 3" />
    <MyGrandChild NAME="2 4" />
  </MyChild>
  <MyChild ID="3">
    <MyGrandChild NAME="3 1" />
    <MyGrandChild NAME="3 2" />
    <MyGrandChild NAME="3 3" />
    <MyGrandChild NAME="3 4" />
  </MyChild>
</MyRoot>

```

Розбір об'єкта XmlDocument за допомогою DOM

Об'єкт XmlDocument може бути проаналізований рекурсивним перебором елементів. Наступний код містить приклад розбору XmlDocument.

```

Зверніть увагу на імпорт System.Text (using System.Text;)
private static void parsingXmlDocument()
{
    XmlDocument xmlDoc = new XmlDocument();
    xmlDoc.Load(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
    RecurseNodes(xmlDoc.DocumentElement);
}
private static void RecurseNodes(XmlNode node)
{
    var sb = new StringBuilder();
    // починаємо рекурсивний перегляд з рівня 0
    RecurseNodes(node, 0, sb);
    // друкуємо сформований рядок
    Console.WriteLine(sb.ToString());
}
private static void RecurseNodes(XmlNode node, int level,
StringBuilder sb)
{
    sb.AppendFormat("{0,-2}    Type:{1,-9}    Name:{2,-13}
Attr:",
    level, node.NodeType, node.Name);
    foreach (XmlAttribute attr in node.Attributes)

```

```

        {
            sb.AppendFormat("{0}={1} ", attr.Name, attr.Value);
        }
        sb.AppendLine();
        foreach (XmlNode n in node.ChildNodes)
        {
            RecurseNodes(n, level + 1, sb);
        }
    }
}
//Шлях на робочий стіл
private static string getFilePath(string fileName)
{
    return Path.Combine(Environment.GetFolderPath(
        Environment.SpecialFolder.Desktop), fileName);
}

public static void Main(string[] args)
{
    parsingXmlDocument();
    Console.ReadKey();
}

```

0	Type:Element	Name:MyRoot	Attr:
1	Type:Element	Name:MyChild	Attr:ID=1
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=1 1
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=1 2
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=1 3
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=1 4
1	Type:Element	Name:MyChild	Attr:ID=2
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=2 1
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=2 2
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=2 3
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=2 4
1	Type:Element	Name:MyChild	Attr:ID=3
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=3 1
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=3 2
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=3 3
2	Type:Element	Name:MyGrandChild	Attr:NAME=3 4

Пошук в XmlDocument

У наступному прикладі для пошуку елемента з ID = 2 викличемо метод `SelectSingleNode` за допомогою запиту XPath. Додамо цей метод до попереднього класу:

```

private static void searchingInXmlDocument()
{
    var xmlDoc = new XmlDocument();
    xmlDoc.Load(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
}

```

```

var node =
xmlDoc.SelectSingleNode("//MyChild[@ID='2']");
    RecurseNodes(node);
}

```

```

0 Type:Element Name:MyChild Attr:ID=2
1 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 1
1 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 2
1 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 3
1 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 4

```

Метод `GetElementsByTagName` повертає `XmlNode` список, що містить всі елементи набору. Наступний код повертає список вузлів з іменем `MyGrandChild`.

```

private static void getElementsByTagName()
{
    var xmlDoc = new XmlDocument();
    xmlDoc.Load(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
    var elmts =
xmlDoc.GetElementsByTagName("MyGrandChild");
    var sb = new StringBuilder();
    foreach (XmlNode node in elmts)
    {
        RecurseNodes(node, 0, sb);
    }
    Console.WriteLine(sb.ToString());
}

```

```

0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=1 1
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=1 2
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=1 3
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=1 4
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 1
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 2
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 3
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=2 4
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=3 1
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=3 2
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=3 3
0 Type:Element Name:MyGrandChild Attr:NAME=3 4

```

Пошук в XmlDocument (DOM)

За допомогою методу `SelectNodes`, який вимагає запиту XPath, що передаються в метод, можна також отримати список `XmlNode`. Змінимо попередній приклад, щоб з використанням методу `SelectNodes` досягти того ж результату:

```

private static void selectNodesTool()

```

```

{
    var xmlDoc = new XmlDocument();
    xmlDoc.Load(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
    var elmts = xmlDoc.SelectNodes("//MyGrandChild");
    var sb = new StringBuilder();
    foreach (XmlNode node in elmts)
    {
        RecurseNodes(node, 0, sb);
    }
    Console.WriteLine(sb.ToString());
}

```

Клас XmlTextReader (SAX)

Клас XmlTextReader це абстрактний базовий клас, який надає методи для читання і синтаксичного аналізу XML.

Клас XmlTextReader забезпечує найшвидший і найекономічніший до пам'яті спосіб для читання і розбору XML-даних. Наступний код зчитує XML-файл, створений у попередньому прикладі, і відображає інформацію про кожен вузол:

```

private static void parsingWithXmlTextReader()
{
    var sb = new StringBuilder();
    var xmlReader = new XmlTextReader(getFilePath("XmlDocumentTest.xml"));
    while (xmlReader.Read())
    {
        switch (xmlReader.NodeType)
        {
            case XmlNodeType.XmlDeclaration:
            case XmlNodeType.Element:
            case XmlNodeType.Comment:
                sb.AppendFormat("{0}: {1} = {2}",
                                xmlReader.NodeType,
                                xmlReader.Name,
                                xmlReader.Value);
                sb.AppendLine();
                break;
            case XmlNodeType.Text:
                sb.AppendFormat(" - Value: {0}", xmlReader.Value);
                sb.AppendLine();
                break;
        }
    }
    if (xmlReader.HasAttributes)

```

```

    {
        while (xmlReader.MoveToNextAttribute())
        {
            sb.AppendFormat(" - Attribute: {0} = {1}",
                xmlReader.Name,
                xmlReader.Value);
            sb.AppendLine();
        }
    }
    xmlReader.Close();
    Console.WriteLine(sb.ToString());
}

```

```

XmlDeclaration: xml = version="1.0" encoding="utf-8"
- Attribute: version = 1.0
- Attribute: encoding = utf-8
Element: MyRoot =
Element: MyChild =
- Attribute: ID = 1
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 1 1
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 1 2
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 1 3
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 1 4
Element: MyChild =
- Attribute: ID = 2
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 2 1
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 2 2
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 2 3
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 2 4
Element: MyChild =
- Attribute: ID = 3
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 3 1
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 3 2
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 3 3
Element: MyGrandChild =
- Attribute: NAME = 3 4

```

LINQ to XML

LINQ to XML забезпечує інтерфейс програмування для роботи з XML в пам'яті на основі платформи .NET LINQ Framework.

LINQ to XML подібний до моделі DOM в тому відношенні, що завантажує XML-документ в пам'ять. До такого документу можна направити запит, його можна змінити, а після зміни його можна зберегти.

Інтеграція з LINQ надає можливість створювати запити до завантаженого в пам'ять XML-документа з метою отримання колекцій елементів та атрибутів.

Для представлення XML-документа в System.Xml.Linq визначено клас XDocument.

Для представлення XML-елементів в System.Xml.Linq визначено клас XElement.

XML- атрибутів в System.Xml.Linq визначено клас XAttribute.

Для представлення простору імен XML в System.Xml.Linq визначено клас XNamespace.

Для використання цих класів потрібно додати посилання на збірку System.Xml.Linq.dll, а потім додати using System.Xml.Linq.

LINQ to XML. Клас XObject

Абстрактний клас. Представляє вузол чи атрибут в XML-дереві. Містить наступні елементи, які будуть успадковані:

BaseUri	Отримує базовий універсальний код ресурса (uri).
Document	Повертає XDocument
NodeType	Повертає тип вузла
Parent	Повертає батьківський елемент XElement
AddAnnotation	Додає об'єкт до списку анотацій
Annotation	Повертає перший об'єкт анотації зазначеного типу
Annotations	Повертає колекцію анотацій зазначеного типу
RemoveAnnotations	Видаляє анотації зазначеного типу
Changed	Викликається, коли даний об'єкт, чи довільний з його нащадків були змінені.

LINQ to XML. Клас XAttribute

Представляє атрибути. Є похідним від XObject, а отже успадковує всі його елементи. Крім того, містить наступні елементи.

EmptySequence	Отримання порожньої колекції атрибутів
IsNameSpaceDeclaration	Визначає, чи є цей атрибут оголошенням простору імен
Name	Розгорнуте ім'я атрибута
NextAttribute	Отримання наступного атрибута батьківського елемента
NodeType	Тип вузла для цього елемента

PreviousAttribute	Попередній атрибут батьківського елемента
Value	Значення цього атрибута
Remove	Видаляє атрибут з батьківського елемента
SetValue	Задає значення атрибуту
ToString	Перетворює поточний об'єкт XAttribute до рядка

LINQ to XML. Клас XElement

Представляє вузли. Є похідним від XElement, а отже успадковує всі його елементи. Крім того, містить наступні елементи:

DocumentOrderComparer	Отримує об'єкт компаратор, який може порівняти відносну позицію двох елементів.
EqualityComparer	Отримує об'єкт компаратор, який може порівняти два вузли на рівність значень.
NextNode	Наступний споріднений вузол.
PreviousNode	Попередній споріднений вузол.
AddAfterSelf	Додає зазначений вміст безпосередньо після даного вузла.
AddBeforeSelf	Додає зазначений вміст безпосередньо перед даним вузлом.
Ancestors	Повертає колекцію елементів попередників даного вузла
CompareDocumentOrder	Порівнює два вузли з метою визначення їх відносного порядку.
CreateReader	Створює об'єкт XmlReader для даного вузла
DeepEquals	Порівнює значення двох вузлів, включаючи значення усіх підлеглих вузлів.
ElementsAfterSelf	Повертає колекцію споріднених елементів після цього вузла
ElementsBeforeSelf	Повертає колекцію споріднених елементів перед цим вузлом
IsAfter	Визначає, чи з'являється поточний вузол після зазначеного вузла

IsBefore	Визначає, чи з'являється поточний вузол перед зазначеним вузлом
NodeAfterSelf	Повертає колекцію споріднених вузлів після даного вузла
NodeBeforeSelf	Повертає колекцію споріднених вузлів перед даним вузлом
ReadFrom	Створює об'єкт XmlNode з XmlReader.
Remove	Видаляє вузол з батьківського об'єкта.
ReplaceWith	Заміняє даний вузол на зазначений вміст.
ToString	Повертає призначений для даного вузла XML.
WriteTo	Записує даний вузол в XmlWriter.

LINQ to XML. Клас XContainer

Абстрактний клас. Вузол, який може містити інші вузли. Похідний від класу XmlNode. Він успадковує члени XmlNode та XObject. XDocument і XElement класи успадковують від цього класу. Нижче наведено список його членів.

FirstNode	Повертає перший дочірній вузол
LastNode	Повертає останній дочірній вузол.
Add	Додає заданий вміст, як дочірні елементи.
AddFirst	Додає заданий вміст, як перші дочірні елементи.
CreateWriter	Створює XmlWriter який можна використовувати для додавання вузлів в XContainer
DescendantNodes	Повертає колекцію вузлів, які є потомками в порядку слідування документа
Descendants	Повертає колекцію елементів, які є потомками в порядку слідування документа
Element	Отримує перший дочірній елемент з зазначеним XName
Elements	Повертає фільтровану колекцію дочірніх елементів з зазначеним XName в порядку слідування документа.
Nodes	Повертає колекцію дочірніх вузлів в порядку слідування документа
RemoveNodes	Видаляє дочірні вузли
ReplaceNodes	Заміняє дочірні вузли зазначеним вмістом

LINQ to XML. Клас XElement

Клас XElement представляє XML елемент з іменем властивості типу XName. XName клас складається з локального імені та простору імені. Додатково XElement містять XML атрибути типу XAttribute. Клас XElement походить від XContainer і успадковує всі елементи з XContainer, XElement, XElement. Крім того, XElement явно реалізує інтерфейс IXmlSerializable, який містить GetSchema, ReadXml, WriteXml методи. Таким чином, цей об'єкт може бути серіалізований. Наступні елементи є членами класу XElement.

LINQ to XML. Клас XElement

EmptySequence	Повертає порожню колекцію елементів
FirstAttribute	Повертає перший атрибут елемента
HasAttributes	Отримує значення, яке вказує, чи має даний елемент принаймні один атрибут.
HasElements	Отримує значення, яке вказує, чи має даний елемент принаймні один елемент.
IsEmpty	Повертає значення, яке вказує, чи даний елемент не має вмісту
LastAttribute	Отримує останній атрибут
Name	Отримує чи задає назву
NodeType	Повертає тип вузла для даного вузла.
Value	Отримує чи задає значення тексту
AncestorsAndSelf	Повертає колекцію елементів (можливе задання фільтру по імені), які містять цей елемент і елементів предків.
Attribute	Повертає XAttribute цього елемента
Attributes	Повертає колекцію атрибутів цього елемента (можливо фільтровано по імені)
DescendantNodesAndSelf	Повертає колекцію вузлів, які містять цей елемент і усі вузли, які є нащадками цього елемента в порядку слідування в документі

DescendantsAndSelf	Повертає колекцію елементів, що містять цей елемент і усі елементи-потомки цього елемента в порядку слідування в документі.
GetDefaultNamespace	Отримує значення по замовчуванню XNamespace
GetPrefixOfNamespace	Повертає префікс простору імен, пов'язаний з простором імен даного елемента.
Load	Завантажує XElement з файлу чи потоку.
Parse	Завантаження з рядка, що містить XML
RemoveAll	Видаляє вузли та атрибути з елемента
RemoveAttributes	Видаляє атрибути
ReplaceAll	Заміняє дочірні вузли та атрибути цього елемента зазначеним вмістом
ReplaceAttributes	Заміняє атрибути цього елемента вказаним вмістом
Save	Виводить даний елемент в Stream, файл, TextWriter чи серіалізує
SetElementValue	Задає значення дочірнього атрибута
SetValue	Встановлює значення елемента

LINQ to XML. Клас XDocument

Клас XDocument являє собою XML-документ, який може містити DTD, XML один корінь.

Елемент, XML коментарі, та інструкції обробки XML.

Клас XDocument є похідним від XContainer і, отже, успадковує члени XContainer, XElement, і XElement. Наступні елементами є членами класу XDocument:

Declaration	Повертає чи задає оголошення XML для документа
DocumentType	Отримує визначення типу документа (DTD)
NodeType	Повертає тип вузла для даного вузла
Root	Повертає кореневий елемент дерева XML для цього документа
Load	Створює новий XDocument з файла, TextReader, XmlReader.
Parse	Створює новий XDocument з рядка

Save	Виводить дані в Stream, TextWriter, XmlWriter чи серіалізує.
WriteTo	Записує документ

Наступний приклад використовує метод Parse для завантаження XML рядка в об'єкт XDocument. Після цього, метод Save зберігає XML документ. Не забудьте додати using System.Xml.Linq;

```
private static void parseXDocument()    {
    string xml = @"
        <libraryDatabase>
            <book BK_ID = '1' BK_NAME = 'Програмування'
BK_INFO = 'Інформація про Програмування' BK_DC = '2' DC_NAME
= 'ПРОГРАМУВАННЯ' >
                <author AU_ID = '1' AU_NAME = 'Зубенко В.В.'/>
                <author AU_ID = '2' AU_NAME = 'Омельчук Л.Л.'/>
            </book>
            <book BK_ID = '2' BK_NAME = 'Математична логіка'
BK_INFO = 'Інформація про МЛ' BK_DC = '2' DC_NAME = 'Логіка' >
                <author AU_ID = '3' AU_NAME = 'Нікітченко М.С.'/>
                <author AU_ID = '4' AU_NAME = 'Шкільняк С.С.'/>
            </book>
            <book BK_ID = '2' BK_NAME = 'Програмна інженерія'
BK_INFO = 'Інформація про Програмна інженерія' BK_DC = '2'
DC_NAME = 'ПРОГРАМУВАННЯ' >
                <author AU_ID = '5' AU_NAME = 'Лавріщева К.М.'/>
            </book>
        </libraryDatabase> ";
    var doc = XDocument.Parse(xml);
    doc.Save(getFilePath("XDocumentTest.xml"));
    Console.WriteLine("XDocument Saved");
}
//Шлях на робочий стіл
private static string getFilePath(string fileName)
{
    return Path.Combine(Environment.GetFolderPath(
        Environment.SpecialFolder.Desktop), fileName);
}
public static void Main(string[] args)
{
    parseXDocument();
    Console.ReadKey();
}
```

Файл має вигляд:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<libraryDatabase>
```

```

<book BK_ID="1" BK_NAME="Програмування" BK_INFO="Інформація про
Програмування" BK_DC="2" DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
  <author AU_ID="1" AU_NAME="Зубенко В.В." />
  <author AU_ID="2" AU_NAME="Омельчук Л.Л." />
</book>
<book BK_ID="2" BK_NAME="Математична логіка" BK_INFO="Інформація
про МЛ" BK_DC="2" DC_NAME="Логіка">
  <author AU_ID="3" AU_NAME="Нікітченко М.С." />
  <author AU_ID="4" AU_NAME="Шкільняк С.С." />
</book>
<book BK_ID="2" BK_NAME="Програмна інженерія" BK_INFO="Інформація
про Програмна інженерія" BK_DC="2" DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
  <author AU_ID="5" AU_NAME="Лавріщева К.М." />
</book>
</libraryDatabase>

```

Можна було створити XDocument і по-іншому:

```

private static void xDocumentConstructor()
{
    var doc = new XDocument(
        new XElement("libraryDatabase",
            new XElement("book",
                new XAttribute("BK_ID", "1"),
                new XAttribute("BK_NAME", "Програмування"),
                new XAttribute("BK_INFO", "Інформація про
Програмування"),
                new XAttribute("BK_DC", "1"),
                new XAttribute("DC_NAME",
"ПРОГРАМУВАННЯ"),
                new XElement("author",
                    new XAttribute("AU_ID", "1"),
                    new XAttribute("AU_NAME", "Зубенко
В.В.)),
                new XElement("author",
                    new XAttribute("AU_ID", "2"),
                    new XAttribute("AU_NAME", "Омельчук
Л.Л.))),
            new XElement("book",
                new XAttribute("BK_ID", "2"),
                new XAttribute("BK_NAME", "Математична
логіка"),
                new XAttribute("BK_INFO", "Інформація про МЛ"),
                new XAttribute("BK_DC", "2"),
                new XAttribute("DC_NAME", "Логіка"),
                new XElement("author",
                    new XAttribute("AU_ID", "3"),
                    new XAttribute("AU_NAME", "Нікітченко
М.С.)),
                new XElement("author",
                    new XAttribute("AU_ID", "4"),

```

```

        new XAttribute("AU_NAME", "Шкільняк
C.C.))),
new XElement("book",
        new XAttribute("BK_ID", "3"),
        new XAttribute("BK_NAME", "Програмна
інженерія"),
        new XAttribute("BK_INFO", "Інформація про Програмну
інженерію"),
        new XAttribute("BK_DC", "1"),
        new XAttribute("DC_NAME",
"ПРОГРАМУВАННЯ"),
        new XElement("author",
            new XAttribute("AU_ID", "5"),
            new XAttribute("AU_NAME", "Лавріщева
K.M.)))
    ));
    doc.Save(getFilePath("XDocumentTest.xml"));
    Console.WriteLine("XDocument Saved");
}
Пошук елементів
private static void LINQQuery()
{
    var doc = XDocument.Load(getFilePath("XDocumentTest.xml"));
    var result = (from book in doc.Descendants("book")
        where book.Attribute("BK_ID").Value == "1"
        select new {
            bk_id = (int)book.Attribute("BK_ID"),
            bk_name = (string)book.Attribute("BK_NAME"),
            bk_info = (string)book.Attribute("BK_INFO"),
            bk_dc = (int)book.Attribute("BK_DC"),
            dc_name = (string)book.Attribute("DC_NAME")
        }).FirstOrDefault();
    Console.WriteLine(string.Format("BK_ID:{0} \nBK_NAME:{1} \nBK_INFO:{2}
\nDC_NAME:{3}",
        result.bk_id, result.bk_name, result.bk_info, result.dc_name));
}
private static void LINQQuery1()
{
    var doc = XDocument.Load(getFilePath("XDocumentTest.xml"));
    var result = (from book in doc.Descendants("book")
        where book.Attribute("BK_DC").Value == "1"
        select new
        {
            bk_id = (int)book.Attribute("BK_ID"),
            bk_name = (string)book.Attribute("BK_NAME"),
            bk_info = (string)book.Attribute("BK_INFO"),
            bk_dc = (int)book.Attribute("BK_DC"),
            dc_name = (string)book.Attribute("DC_NAME")
        }).ToList();

```

```

        foreach (var b in result)
        {
            Console.WriteLine(string.Format("BK_ID:{0} \nBK_NAME:{1}
\nBK_INFO:{2} \nDC_NAME:{3}",
            b.bk_id, b.bk_name, b.bk_info, b.dc_name));
        }
    }
}

```

Пошук категорії для автора з ідентифікатором 4:

```

private static void LINQQuery2()
{
    var doc = XDocument.Load(getFilePath("XDocumentTest.xml"));
    var result = (from book in doc.Descendants("book")
    where book.Descendants("author").Attributes("AU_ID").Any(z =>
z.Value=="4")
    select new
    {
        bk_dc = (int)book.Attribute("BK_DC"),
        dc_name = (string)book.Attribute("DC_NAME")
    }).Distinct().ToList());
    foreach (var b in result)
    {
        Console.WriteLine(string.Format("BK_DC:{0} \nDC_NAME:{1}",
        b.bk_dc, b.dc_name));
    }
}

```

ТРАНСФОРМАЦІЯ XML

Мова запитів XPath

XPath (XML Path Language) — мова запитів до елементів XML-документа. Розроблена для організації доступу до частин документа XML в файлах трансформації XSLT і є стандартом консорціуму W3C. XPath реалізує навігацію по DOM в XML.

По відношенню до XML документа XPath виступає в тій же ролі, що і SQL по відношенню до реляційної бази даних.

Рядок XPath — це шлях до деякого вузла чи вузлів XML документа відносно заданого контексту. Контекстом запиту може бути сам документ, а також кореневий чи довільний інший елемент документа.

XML має деревовидну структуру.

В документі завжди є кореневий елемент (інструкція `<?xml version="1.0"?>` до дерева відношення не має).

У елемента дерева завжди існують нащадки та потомки, крім кореневого елемента, а також листків дерева.

Кожен елемент дерева знаходиться на певному рівні вкладеності.

У елементів на одному рівні бувають попередні та наступні елементи.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<libraryDatabase>
  <book      BK_ID="1"      BK_NAME="Програмування"
BK_INFO="Інформація про Програмування" BK_DC="1"
DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
    <author AU_ID="1" AU_NAME="Зубенко В.В." />
    <author AU_ID="2" AU_NAME="Омельчук Л.Л." />
  </book>
  <book      BK_ID="2"      BK_NAME="Математична логіка"
BK_INFO="Інформація про МЛ" BK_DC="2" DC_NAME="Логіка">
    <author AU_ID="4" AU_NAME="Нікітченко М.С." />
    <author AU_ID="4" AU_NAME="Шкільняк С.С." />
  </book>
  <book      BK_ID="2"      BK_NAME="Математична логіка"
BK_INFO="Інформація про МЛ" BK_DC="2" DC_NAME="Логіка">
    <author AU_ID="4" AU_NAME="Нікітченко М.С." />
    <author AU_ID="4" AU_NAME="Шкільняк С.С." />
  </book>
  <book      BK_ID="3"      BK_NAME="Програмна інженерія"
BK_INFO="Інформація про Програмну інженерію" BK_DC="1"
DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
    <author AU_ID="5" AU_NAME="Лавріщева К.М." />
```

```
</book>  
</libraryDatabase>  
Запит (шлях) XPath:  
/libraryDatabase/book/author[@AU_ID]
```

Аналіз здійснюється зліва направо.

Запит (шлях) ділиться на кроки адресації, які розділяються символом «/». Шлях починається відносно деякого контексту. Кожен крок складається з трьох частин:

На кожному кроці зазначається **критерій відбору вузлів**. Таким критерієм можуть виступати імена вузлів (елементів, атрибутів) чи спеціальні позначення множин вузлів, наприклад `text()` (усі текстові вузли) чи `node()` чи `*` - довільний вузол з підмножини вузлів поточного кроку.

На кожному кроці є можливість визначити **додаткові критерії відбору** (предикат кроку). Вираз предикату зазначається в квадратних дужках.

На кожному кроці обов'язково зазначається **вісь кроку** (підмножина вузлів документа, яка визначається контекстом, на який здійснюється пошук).

В попередньому прикладі:

Крок 1: контекст = документ, вісь=дочірні вузли (елемент документа), критерій відбору = “libraryDatabase”

Крок 2: контекст = елемент libraryDatabase, вісь=дочірні вузли (елемент документа), критерій відбору = “book”.

Крок 3: контекст = елемент book, вісь=дочірні вузли (елемент документа), критерій відбору = “author”, предикат `attribute::AU_ID`.

Значенням осі по замовчуванню на кожному кроці пошуку є перехід до дочірніх для поточного контекста вузлів і позначається `child` з двома двокрапками: `child::`.

Осі:

ancestor:: — множина предків.

ancestor-or-self:: — множина предків та поточний елемент.

attribute:: — множина атрибутів поточного елемента (скорочення «@»).

child:: — множина нащадків поточного елемента (часто випускають).

descendant:: — повна множина нащадків (скорочення «.//»).

descendant-or-self:: — повна множина нащадків та поточний елемент.

following:: — необроблена множина, нижче поточного елемента.

following-sibling:: — множина елементів на одному рівні з поточним.

namespace:: — повертає множину, яка має простір імен (присутній атрибут xmlns).

parent:: — предок на один рівень назад (скорочення «..»).

preceding:: — повертає множину оброблених елементів включаючи множину предків.

preceding-sibling:: — множина елементів, які знаходяться на одному рівні з поточним та передують йому.

self:: — поточний елемент (скорочення «.»).

Базові вирази для представлення шляху:

Поточний контекст. Вираз з префіксом «./» явним чином використовує в якості контекста поточний контекст.

Наприклад ./book (аналогічно book)

Корінь документа. Вираз з префіксом «/» використовує в якості контексту корінь дерева.

Наприклад /libraryDatabase

Кореневий елемент. Вираз «/*» використовує в якості контексту кореневий елемент.

Рекурсивний спуск. Вираз «//», вказує на пошук, який може включати нуль чи більше рівнів ієрархії. Якщо зазначено на початку шаблону, то шлях відносний по відношенню до кореня.

Наприклад //book (аналогічно book)

Конкретний елемент. Вираз, який починається з імені елемента, посилається на запит конкретного елемента, який починається з поточного вузла контекста.

Наприклад libraryDatabase /book (колекція елементів book всередині libraryDatabase)

Вирази XPath створюються за допомогою операторів та спеціальних символів:

/	Оператор «дочірній елемент». Якщо цей оператор шляху стоїть на початку шаблону, то будуть вибрані усі дочірні елементи кореневого вузла.
//	Рекурсивний спуск; пошук заданого елемента на довільній глибині. Якщо цей оператор шляху стоїть на початку шаблону, рекурсивний спуск буде проводитись з кореневого вузла.
.	Поточний контекст.
..	Батьківський вузол поточного контексту.

*	Символ підстановки; обирає усі елементи, незалежно від імені.
@	Атрибут; префікс імені атрибута.
@*	Символ підстановки для атрибута; вибирає всі атрибути незалежно від імені.
:	Роздільник простору імен. Відділяє префікс простору імені від самого імені елемента чи атрибута.
()	Групує операції для явного задання порядку їх виконання.
[]	Застосовує шаблон фільтру.
[]	Оператор Subscript; використовується для індексування колекції.
+	Додавання.
-	Віднімання.
div	Ділення з плаваючою точкою.
*	Множення.
mod	Залишок від ділення.
Логічні та множинні оператори:	
and	Логічне І
or	Логічне АБО
not()	Заперечення
=	Рівність
!=	Не рівність
&lt; *	Менше
&lt;= *	Менше чи дорівнює
&gt; *	Більше
&gt;= *	Більше чи дорівнює
 	Об'єднання двох множин вузлів

Приклади XPath виразів

./author еквівалентно author	Всі елементи <author> поточного контексту
/libraryDatabase	Елемент документа <libraryDatabase>
//author	Всі елементи <author> даного документа
//author [../@BK_ID=@AU_ID]	Всі елементи <author>, для яких значення AU_ID дорівнює значенню BK_ID батьківського елемента
//book/author	Всі елементи <author>, дочірні для <book>

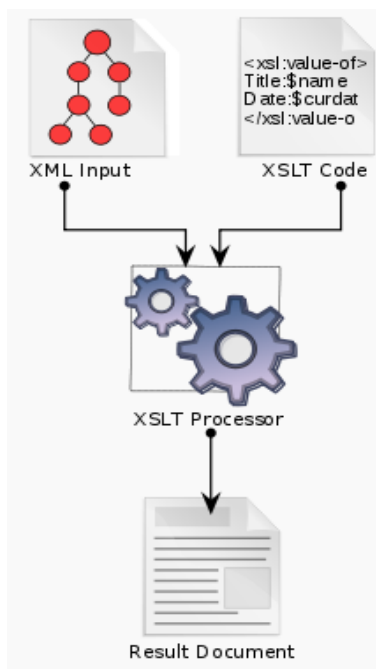
<code>//libraryDatabase//author</code>	Всі елементи <author>, дочірні на першому чи більш глибоких рівнях для <libraryDatabase>
<code>//libraryDatabase/*/author</code>	Всі елементи <author>, які є онуками для <libraryDatabase>
<code>//book/*</code>	Всі елементи, дочірні для <book>
<code>//*[@AU_ID]</code>	Всі елементи з атрибутом AU_ID
<code>//book/@BK_ID</code>	Атрибут BK_ID елементів <book>
<code>//book/@BK_ID/author</code>	Порожній набір вузлів, адже атрибути не містять елементів.
<code>@*</code>	Всі атрибути контекста поточного елемента
<code>//author[2]</code>	Другий елемент <author> в поточному контексті
<code>//author[last()]</code>	Останній елемент <author> в поточному контексті
<code>//book/author[last()]</code>	Останній дочірній елемент <author>, дочірній по відношенню до <book>
<code>//book[author]</code>	Всі елементи <book>, які містять хоча б один дочірній елемент <author>
<code>//book[position() <=3]</code>	Перші три книги
<code>//book[not(author)]</code>	Книги, які не містять атрибутів <author>
<code>//author[@AU_ID !=1]</code>	Елементи <author>, у яких значення атрибуту AU_ID не 1
<code>//author[@AU_ID !=1] //author[@AU_ID =1]</code>	Об'єднання множини елементів <author>, у яких значення атрибуту AU_ID не 1 з множиною елементів <author>, у яких значення атрибуту AU_ID = 1
<code>//author[@AU_ID >1]</code>	Елементи <author>, у яких значення атрибуту AU_ID > 1

Трансформація з використанням XSLT

Для трансформації XML документів існує два основних підходи. Перший підхід полягає в застосуванні мови **XSLT (extensible Stylesheet Language Transformations)**. Другий підхід передбачає використання для трансформацій API-інтерфейса LINQ to XML за рахунок функціонального конструювання цільового документа XML і вбудовування запиту LINQ to XML в деякий документ XML.

Extensible Stylesheet Language Transformations, або **XSLT** — мова програмування, яка використовується для програмування обробки XML документів. При цьому вихідний документ не змінюється, натомість, на основі результатів переробки створюється новий. Новий документ може бути серіалізовано (виведено) обробником в стандартний синтаксис XML, або інший формат, такий як HTML або простий текст. Найчастіше, XSLT використовується для перетворення структурованих XML документів із однієї XML схеми в іншу, або для перетворення у веб сторінки або PDF документи.

XSLT з'явився як результат розвитку технології Extensible Stylesheet Language (XSL) в W3C протягом 1998-1999 років. Також було створено XSL Formatting Objects (XSL-FO) та XML Path Language (XPath). Головним редактором першої версії (та, як наслідок, головним розробником мови програмування) був Джеймс Кларк. Найпоширенішою сьогодні версією є XSLT 1.0, яку було опубліковано як *Recommendation* (рекомендацію) W3C 16 листопада 1999 року. Значно розширена і доповнена версія 2.0, за редакцією Міхаеля Кея, отримала статус *Candidate Recommendation* від W3C 3 листопада 2005 року.



Мова перетворень XSLT. Заголовок схеми XSL трансформації

Визначення заголовка схеми трансформації XSL є корневим елементом відповідного XML документа. Файлам із схемами трансформації найчастіше надають розширення .xsl. Крім визначення простору імен xsl, заголовок схеми трансформації може містити параметри виведення (output) результату трансформації: xml, html чи text. Якщо елемент output не зазначено явно, то його параметри визначаються інтерпретатором в процесі розбору схеми трансформації.

В XML документі стиль представлено елементом xsl:stylesheet. В якості синоніма xsl:stylesheet можна використовувати xsl:transform.

Заголовок схеми XSL трансформації

Обов'язково в заголовку повинен бути визначений елемент xsl:stylesheet, який повинен обов'язково мати атрибут version, що зазначає версія XSLT необхідну для цього стилю. Будемо використовувати версію XSLT 1.0.

```
<xsl:stylesheet  
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"  
version="1.0">
```

```
<xsl:output method='html' />
...
</xsl:stylesheet>
```

Шаблон XSL

Шаблон XSL використовується для застосування низки перетворень до певного фрагменту XML документа. Група перетворень розміщується всередині визначення шаблону, а цільовий фрагмент документу відбирається за допомогою XPath запиту, який зазначено в атрибуті match.

```
<xsl:template match="book">
  <TR>
    <TD>
      <b>
        <xsl:value-of select="@BK_NAME" />
      </b>
    </TD>
    <TD><xsl:value-of select="@BK_INFO" /></TD>
    <TD><xsl:value-of select="@DC_NAME" /></TD>
  </TR>
  <xsl:for-each select="author[@AU_ID > 1]">
    <p>
      <xsl:value-of select="@AU_NAME" />
    </p>
  </xsl:for-each>
</xsl:template>
```

Умовний оператор в XSL

Для умови використовується елемент if.

```
<xsl:for-each select="author">
  <xsl:sort select="@AU_NAME" />
  <xsl:if test="@AU_ID > 1">
    <p>
      <xsl:value-of select="@AU_NAME" />
    </p>
  </xsl:if>
</xsl:for-each>
```

Цикл в XSL

Для перебору використовується елемент for-each. Які елементи перебирати визначає атрибут select елемента for-each. Значення цього атрибуту є XPath вираз.

```
<xsl:for-each select="author">
```

```

<p>
  <xsl:value-of select="@AU_NAME"/>
</p>
</xsl:for-each>

```

Сортування в XSL

Сортування доступне лише в контексті перебору елементів, організованого циклом for-each. За якими даними сортувати визначає атрибут select елемента sort. Значення цього атрибуту є XPath вираз.

```

<xsl:for-each select="author">
  <xsl:sort select="@AU_NAME" />
<p>
  <xsl:value-of select="@AU_NAME"/>
</p>
</xsl:for-each>

```

Трансформації з використанням XSLT

Для виконання трансформації з використанням XSLT слід використовувати простір імен **System.Xml.Xsl**. Цей простір імен містить, зокрема, наступні класи:

XslCompiledTransform	Перетворення xml-даних за допомогою таблиці стилів XSLT
XsltArgumentList	Аргументи параметри XSLT чи об'єкти розширення
XsltCompileException	Виключення при знаходженні помилок в таблиці стилів XSLT при виконанні завантаження
XsltException	Виключення, яке формується в процесі обробки перетворення.
XsltSettings	Визначає функції XSLT для підтримки під час виконання таблиці стилів XSLT

Клас XslCompiledTransform

Клас XslCompiledTransform відповідає за перетворення xml-даних за допомогою таблиці стилів XSLT. Метод Load() завантажує таблицю стилів, після чого метод Transform() виконує xslt-перетворення.

В наступному прикладі виконується перетворення і запис результатів в файл:

Приклад. Трансформація XML в HTML

```
static void Transform()
{
    // Завантаження стилів
    XsltCompiledTransform xslt = new
XsltCompiledTransform();
    string f1 = getFilePath("output1.xml");
    xslt.Load(f1);
    // Виконання перетворення і виведення результатів
у файл.
    string f2 = getFilePath("books.xml");
    string f3 = getFilePath("books.html");
    xslt.Transform(f2, f3);
}
//Шлях на робочий стіл
private static string getFilePath(string fileName)
{
    return Path.Combine(Environment.GetFolderPath(
        Environment.SpecialFolder.Desktop), fileName);
}
```

Запропонований вище приклад використовує два вхідних файли, розміщені на робочому столі:

books.xml

та

output1.xml

books.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- This file represents a fragment of a library database -->
<libraryDatabase>
    <book      BK_ID="1"      BK_NAME="Програмування"
BK_INFO="Інформація про Програмування" BK_DC="1"
DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
        <author AU_ID="1" AU_NAME="Зубенко В.В." />
        <author AU_ID="2" AU_NAME="Омельчук Л.Л." />
    </book>
    <book      BK_ID="2"      BK_NAME="Математична логіка"
BK_INFO="Інформація про МЛ" BK_DC="2" DC_NAME="Логіка">
        <author AU_ID="4" AU_NAME="Нікітченко М.С." />
        <author AU_ID="4" AU_NAME="Шкільняк С.С." />
    </book>
    <book      BK_ID="2"      BK_NAME="Математична логіка"
BK_INFO="Інформація про МЛ" BK_DC="2" DC_NAME="Логіка">
        <author AU_ID="4" AU_NAME="Нікітченко М.С." />
```

```

    <author AU_ID="4" AU_NAME="Шкільняк С.С." />
  </book>
  <book BK_ID="3" BK_NAME="Програмна інженерія"
BK_INFO="Інформація про Програмну інженерію" BK_DC="1"
DC_NAME="ПРОГРАМУВАННЯ">
    <author AU_ID="5" AU_NAME="Лавріщева К.М." />
  </book>
</libraryDatabase>
output.xsl
<xsl:stylesheet
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
version="1.0">
  <xsl:template match="libraryDatabase">
    <HTML>
      <BODY>
        <p>
          <H2>Список книжок</H2> </p>
        </BODY>
        <BODY>
          <TABLE BORDER="2">
            <TR>
              <TD>
                <b>Назва</b>
              </TD>
              <TD>
                <b>Інформація</b>
              </TD>
              <TD>
                <b>Категорія</b>
              </TD>
              <TD>
                <b>Автори</b>
              </TD>
            </TR>
            <xsl:apply-templates select="book"/>
          </TABLE>
        </BODY>
      </HTML>
    </xsl:template>
    <xsl:template match="book">
      <TR>
        <TD>
          <b>
            <xsl:value-of select="@BK_NAME"/>

```

```

    </b>
  </TD>
  <TD><xsl:value-of select="@BK_INFO"/></TD>
  <TD><xsl:value-of select="@DC_NAME"/></TD>
</TD>
  <xsl:for-each select="author">
    <p>
      <xsl:value-of select="@AU_NAME"/>
    </p>
  </xsl:for-each>
</TD>
</TR>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
Дане перетворення поверне нам наступний HTML:<HTML>
<BODY>
  <p>
    <H2>Список книжок</H2>
  </p>
</BODY>
<BODY>
  <TABLE BORDER="2">
    <TR>
      <TD><b>Назва</b></TD>
      <TD><b>Інформація</b></TD>
      <TD><b>Категорія</b></TD>
      <TD><b>Автори</b></TD>
    </TR>
    <TR>
      <TD><b>Програмування</b></TD>
      <TD>Інформація про Програмування</TD>
      <TD>ПРОГРАМУВАННЯ</TD>
      <TD>
        <p>Зубенко В.В.</p>
        <p>Омельчук Л.Л.</p>
      </TD>
    </TR>
    <TR>
      <TD><b>Математична логіка</b></TD>
      <TD>Інформація про МЛ</TD>
      <TD>Логіка</TD>
      <TD>
        <p>Нікітченко М.С.</p>
        <p>Шкільняк С.С.</p>
      </TD>
    </TR>
  </TABLE>

```

```

</TD>
</TR>
<TR>
<TD><b>Програмна інженерія</b></TD>
<TD>Інформація про Програмну інженерію</TD>
<TD>ПРОГРАМУВАННЯ</TD>
<TD>
<p>Лавріщева К.М.</p>
</TD>
</TR>
</TABLE>
</BODY>
</HTML>

```

file:///C:/Users/User/Desktop/books.html

Список книжок

Назва	Інформація	Категорія	Автори
Програмування	Інформація про Програмування	ПРОГРАМУВАННЯ	Зубенко В.В. Омельчук Л.Л.
Математична логіка	Інформація про МЛ	Логіка	Нікітченко М.С. Шкільняк С.С.
Програмна інженерія	Інформація про Програмну інженерію	ПРОГРАМУВАННЯ	Лавріщева К.М.

Приклад. Трансформація XML в XML

```

static void Transform()
{
    // Завантаження стилів
    XslCompiledTransform xslt = new
XslCompiledTransform();
    string f1 = getFilePath("xml_xml.xml");
    xslt.Load(f1);
    // Виконання перетворення і виведення результатів у файл.
    string f2 = getFilePath("books.xml");
    string f3 = getFilePath("books11.xml");
    xslt.Transform(f2, f3);
}
static void Main(string[] args)
{
    Transform();
    Console.ReadKey();
}

```

Запропонований вище приклад використовує два вхідних файли, що розміщені на робочому столі:

xml_xml.xml

та

books.xml

xml_xml.xml

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
version="1.0">
```

```
  <xsl:output method="xml" indent="yes"/>
```

```
  <xsl:template match="libraryDatabase">
```

```
    <transform>
```

```
      <xsl:apply-templates/>
```

```
    </transform>
```

```
    <xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

```
  </xsl:template>
```

```
<xsl:template match="book">
```

```
  <book>
```

```
    <BK_ID>
```

```
      <xsl:value-of select="@BK_ID"/>
```

```
    </BK_ID>
```

```
    <xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

```
    <BK_NAME>
```

```
      <xsl:value-of select="@BK_NAME"/>
```

```
    </BK_NAME>
```

```
    <xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

xml_xml.xml

```
<BK_INFO>
```

```
  <xsl:value-of select="@BK_INFO"/>
```

```
</BK_INFO>
```

```
<xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

```
<BK_DC>
```

```
  <xsl:value-of select="@BK_DC"/>
```

```
</BK_DC>
```

```
<xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

```
<DC_NAME>
```

```
  <xsl:value-of select="@DC_NAME"/>
```

```
</DC_NAME>
```

```
<xsl:text>&#13;&#10;&#x9;&#x9;</xsl:text>
```

```
<authors>
```

```
  <xsl:for-each select="author">
```

```

        <xsl:apply-templates select="@AU_NAME"/>
        <xsl:if test="position() != last()">
        <xsl:text>, </xsl:text>
        </xsl:if>
    </xsl:for-each>
</authors>
<xsl:text>&#13;&#10;&#x9;</xsl:text>
</book>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
Дане перетворення поверне нам наступний XML:
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<transform>
    <book><BK_ID>1</BK_ID>
    <BK_NAME>Програмування</BK_NAME>
    <BK_INFO>Інформація про Програмування</BK_INFO>
    <BK_DC>1</BK_DC>
    <DC_NAME>ПРОГРАМУВАННЯ</DC_NAME>
    <authors>Зубенко В.В., Омельчук Л.Л.</authors>
</book>
    <book><BK_ID>2</BK_ID>
    <BK_NAME>Математична логіка</BK_NAME>
    <BK_INFO>Інформація про МЛ</BK_INFO>
    <BK_DC>2</BK_DC>
    <DC_NAME>Логіка</DC_NAME>
    <authors>Нікітченко М.С., Шкільняк С.С.</authors>
</book>
    <book><BK_ID>3</BK_ID>
    <BK_NAME>Програмна інженерія</BK_NAME>
    <BK_INFO>Інформація про Програмну
інженерію</BK_INFO>
    <BK_DC>1</BK_DC>
    <DC_NAME>ПРОГРАМУВАННЯ</DC_NAME>
    <authors>Лавріщева К.М.</authors>
</book>
    <book><BK_ID>4</BK_ID>
    <BK_NAME>Програмна інженерія</BK_NAME>
    <BK_INFO>Інформація</BK_INFO>
    <BK_DC>1</BK_DC>
    <DC_NAME>ПРОГРАМУВАННЯ</DC_NAME>
    <authors />
</book>
</transform>

```

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1. Опрацюйте усі приклади з лекції.

Завдання 2. В наступному прикладі, використовуючи LINQ to Object знайти всі елементи більші за 5:

```
public void Linq2()
{
    int[] numbers = { 5, 4, 1, 3, 9, 8, 6, 7, 2, 0 };

    var lowNums = // написати Linq запит

    Console.WriteLine("Numbers < 5:");
    foreach (var x in lowNums)
    {
        Console.WriteLine(x);
    }
}
```

Завдання 3. Створення послідовності усі елементи якої більші на 1, ніж значення у вхідному масиві:

```
public void Linq3()
{
    int[] numbers = { 5, 4, 1, 3, 9, 8, 6, 7, 2, 0 };

    var numsPlusOne = //Linq

    Console.WriteLine("Numbers + 1:");
    foreach (var i in numsPlusOne)
    {
        Console.WriteLine(i);
    }
}
```

Ви повинні отримати наступний результат:

Numbers + 1:

```
6
5
2
4
10
9
7
8
```

Завдання 4. З використанням XmlDocument створіть XML-документ наступного вигляду:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<MyRoot>
  <MyChild ID="1">
    <MyGrandChild NAME="1 1" />
    <MyGrandChild NAME="1 2" />
  </MyChild>
  <MyChild ID="2">
    <MyGrandChild NAME="2 1" />
    <MyGrandChild NAME="2 2" />
  </MyChild>
  <MyChild ID="3">
    <MyGrandChild NAME="3 1" />
    <MyGrandChild NAME="3 2" />
  </MyChild>
</MyRoot>
```

- 1) Реалізуйте метод виведення на екран значення елемента.
- 2) Проаналізуйте створений документ за допомогою DOM та виведіть його на екран з використанням реалізованого вище методу.
- 3) Реалізуйте метод пошуку елемента з ID, значення якого введено з клавіатури.

Завдання 5. Виконайте попереднє завдання з використанням SAX.

Завдання 6. Виконайте попереднє завдання з використанням LINQ to XML.

Завдання 7. Трансформувати створений у завданні 4 файл до формату HTML, де у табличному вигляді представте інформацію.

Запитання до теми:

1. Основні компоненти XML-документа.
2. Моделі DOM та SAX для обробки XML.
3. Застосування XmlDocument. Застосування XmlReader.
4. LINQ to XML.
5. Порівняння LINQ to XML та DOM.
6. Мова запитів XPath.
7. Трансформація XML.
8. Трансформація XML з використанням XSLT.

9. Шаблон XSL.

Завдання для самостійної роботи.

Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Підготовка до **контрольної** роботи. Використати XML для свого варіанту лабораторної роботи №2 .

- ознайомитися з умовою;
- створити новий проєкт за шаблоном Windows Forms Application (або іншим за власним вибором).
- використовуючи матеріали теоретичної частини лабораторних занять написати фрагменти лабораторної роботи, що відповідають за розбір XML та трансформацію XML в HTML.

ЧАСТИНА 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ C#. ШАБЛони ПРОЄКТУВАННЯ. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ .NET CORE

Тема 8. ВИМОГИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ З НАПИСАННЯ КОДУ. РЕФАКТОРИНГ

Огляд, мета і призначення теми: Вимоги і рекомендації з написання коду. Рефакторинг.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: вміти писати якісний код. Знати та вміти застосовувати різні види рефакторингу.

Лабораторний практикум 8.

Узгодження UML-діаграм до лабораторних робіт №2 або 4 (відповідно до обраного рівня) (60 хв). Захист домашнього завдання № 6 (30 хв).

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    var numbers = new List<string>() { "4", "2", "5", "12", "1" };
    foreach(var number in numbers.OrderBy(x => x))
    {
        Console.WriteLine("{0}", number);
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 2. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    List<int> list = new List<int>() { 1, 5, 14, 9 };
    var nums = from elem in list
                where elem > 7
                select elem;
    list[0] += 10;
    foreach(int num in nums)
    {
        Console.WriteLine(num);
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 3. Створіть консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    List<int> list = new List<int>() { 1, 5, 14, 9 };
    var nums = (from elem in list
                 where elem > 7
                 select elem).ToArray();
    list[0] += 10;
    foreach(int num in nums)
    {
        Console.WriteLine(num);
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 4. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
public class Student
{
    public string Name;
}

Ссылка: 0
static void Main(string[] args)
{
    var myStudents1 = new List<Student>
    {
        new Student() {Name = "Alice"},
        new Student() {Name = "Bob"},
        new Student() {Name = "Clarie"},
        new Student() {Name = "Alice"}
    };
    var myStudents2 = new List<Student>
    {
        new Student() {Name = "Alice"},
        new Student() {Name = "Bob"},
        new Student() {Name = "Tim"},
        new Student() {Name = "Alice"}
    };

    var result = myStudents1.Intersect(myStudents2);

    Console.WriteLine("{0}", result.Count());
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 5. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
public class Student
{
    public int Age;
    public string Name;
}
Ссылка: 0
static void Main(string[] args)
{
    var myStudents = new List<Student>
    {
        new Student() {Age =18 , Name ="Alice"},
        new Student() {Age =20 , Name ="Bob"},
        new Student() {Age =18 , Name ="Clarie"},
        new Student() {Age =18 , Name ="Alice"}
    };

    Console.WriteLine(myStudents.Distinct().Count());
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 6. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    var words = new List<string> { "bac", "dbce", "acbfq", "bcad", "acbd" };
    var words1 = words.Where(x=>x.Contains("cb"));
    Console.WriteLine(words1.Count());
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 7. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
public class Student
{
    public string FirstName;
    public string LastName;
}
//Ссылки: 0
static void Main(string[] args)
{
    var myStudents = new List<Student>
    {
        new Student {FirstName="Bob" , LastName="Borisov"},
        new Student {FirstName="Adam" , LastName="Cepler"},
        new Student {FirstName="Clark" , LastName="Adler"}
    };

    var studentlist = myStudents.OrderBy(x => x.FirstName)
                                .OrderBy(x => x.LastName)
                                .ToList();

    foreach(var student in studentlist)
    {
        Console.WriteLine("{0} {1}", student.FirstName, student.LastName);
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 8. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
public class Student
{
    public string FirstName;
    public string LastName;
    public List<int> BookId;
}
//Ссылки: 0
static void Main(string[] args)
{
    var myStudents = new List<Student>
    {
        new Student {FirstName="Bob" , LastName="Borisov", BookId=new List<int>(){ 1 , 24 } },
        new Student {FirstName="Adam" , LastName="Cepler", BookId=new List<int>(){ 5 , 6 , 12 , 15 }},
        new Student {FirstName="Clark" , LastName="Adler", BookId=new List<int>(){ 7 , 82 , 34 }}
    };

    var studentlist = myStudents.Select(x => x.BookId.Count(y => y > 10)).ToList();
    foreach(var student in studentlist)
    {
        Console.WriteLine("{0}", student );
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 9. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    string[] colors = { "green", "brown", "blue", "red" };
    string s = "g";
    var query = colors.Where(c => c.Contains(s));
    s = "n";
    query = query.Where(c => c.Contains(s));
    Console.WriteLine(query.Count());
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 10. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    string[] colors = { "green", "brown", "blue", "red" };
    var query = colors.Where(c => c.Contains("g"));
    query = query.Where(c => c.Contains("n"));
    Console.WriteLine(query.Count());
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 11. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    string[] colors = { "green", "purple", "red", "yellow" };
    var query = from c in colors
                where c.Length == colors.Average(x => x.Length)
                select c;
    foreach (var color in query)
        Console.WriteLine("{0}", color);
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 12. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    var nameList = new List<string>() { "Adler", "Tomas", "Bob", "Toni", "Xavier" };
    var a = nameList.First(e => e.Contains("To"));
    var b = nameList.Single(e => e.Contains("To"));
    Console.WriteLine(a == b);
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 13. Створити консольний додаток. Запустіть його. Який результат? Поясніть.

```
static void Main(string[] args)
{
    int[] numbers = { 40, 28, 35, 90, 60, 32, 68, 55 };
    var query = numbers.SkipWhile((x, y) => x > y * 10);
    foreach(var num in query)
    {
        Console.WriteLine("{0}", num);
    }
    Console.ReadLine();
}
```

Завдання 14. Список студентів потрібно впорядкувати за віком, а при збігу віку - по імені. Як це виконати в LINQ?

Завдання 15. Різниця методів Except , Intersect , Union , Concat

Запитання до теми:

1. Призначення рефакторингу.
2. Види рефакторингу.
3. LINQ (Language Integrated Query – мова інтегрованих запитів). Призначення та синтаксис.
4. LINQ to Objects
5. LINQ to DataSet та SQL
6. LINQ to Entities

Завдання для самостійної роботи.

Опрацювання лекційних матеріалів (прочитати, вивчити основні поняття) та матеріалів лабораторного заняття. Підготовка до **контрольної** роботи. Використати XML для свого варіанту лабораторної роботи №2 .

- ознайомитися з умовою;
- створити новий проєкт за шаблоном Windows Forms Application (або іншим за власним вибором).
- використовуючи матеріали теоретичної частини лабораторних занять написати фрагменти лабораторної роботи, що відповідають за розбір XML та трансформацію XML в HTML.

Тема 9-10. ШАБЛОНИ ПРОЄКТУВАННЯ. ПРИЗНАЧЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ. ШАБЛОНИ СТВОРЕННЯ, СТРУКТУРНІ ТА ШАБЛОНИ ПОВЕДІНКИ

Лекційні заняття 9-10.

Огляд, мета і призначення теми: ознайомлення з шаблонами в розробці ПС. Породжуючі патерни (шаблони) проєктування.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати основні шаблони проєктування.

Лабораторний практикум 9.

Опанування шаблонів проєктування (45 хв.). Захист домашнього завдання №7 (45 хв). Доопрацювання лабораторних робіт №2 або 4.

Лабораторний практикум 10.

Захист лабораторної роботи №2, узгодження UML-діаграм для лабораторної роботи №3 (90 хв). Доопрацювання лабораторної роботи №4.

Завдання для опрацювання матеріалу:

Завдання 1. В прикладі до шаблону «Абстрактна фабрика» додати конкретну фабрику *Mercedes*.

Текст програми прикладу до шаблону «Абстрактна фабрика»:

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Text;  
using System.Threading.Tasks;
```

```
namespace AbstractFactory  
{  
    public class AbstractFactory  
    {  
        // AbstractProductA  
        abstract class Car  
        {  
            public abstract void Info();  
        }  
  
        // ConcreteProductA1  
        class Ford : Car  
        {
```

```

        public override void Info()
        {
            Console.WriteLine("Ford");
        }
    }

    //ConcreteProductA2
    class Toyota : Car
    {
        public override void Info()
        {
            Console.WriteLine("Toyota");
        }
    }

    // AbstractProductB
    abstract class Engine
    {
        public virtual void GetPower()
        {
        }
    }

    // ConcreteProductB1
    class FordEngine : Engine
    {
        public override void GetPower()
        {
            Console.WriteLine("Ford Engine 4.4");
        }
    }

    //ConcreteProductB2
    class ToyotaEngine : Engine
    {
        public override void GetPower()
        {
            Console.WriteLine("Toyota Engine 3.2");
        }
    }

    // AbstractFactory
    interface ICarFactory
    {

```

```

    Car CreateCar();
    Engine CreateEngine();
}

// ConcreteFactory1
class FordFactory : ICarFactory
{
    // from CarFactory
    Car ICarFactory.CreateCar()
    {
        return new Ford();
    }

    Engine ICarFactory.CreateEngine()
    {
        return new FordEngine();
    }
}

// ConcreteFactory2
class ToyotaFactory : ICarFactory
{
    // from CarFactory
    Car ICarFactory.CreateCar()
    {
        return new Toyota();
    }

    Engine ICarFactory.CreateEngine()
    {
        return new ToyotaEngine();
    }
}

static void Main(string[] args)
{
    ICarFactory carFactory = new ToyotaFactory();

    Car myCar = carFactory.CreateCar();
    myCar.Info();
    Engine myEngine = carFactory.CreateEngine();
    myEngine.GetPower();

    carFactory = new FordFactory();
}

```

```

        myCar = carFactory.CreateCar();
        myCar.Info();
        myEngine = carFactory.CreateEngine();
        myEngine.GetPower();

        Console.ReadKey();
    }
}
}

```

Завдання 2. В прикладі до шаблону «Builder» додати клас MargaritaPizzaBuilder.

Текст програми прикладу до шаблону «Будівельник»:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Builder
{
    class Program
    {
        class Pizza
        {
            string dough;
            string sauce;
            string topping;
            public Pizza() {}
            public void SetDough(string d) { dough = d; }
            public void SetSauce(string s) { sauce = s; }
            public void SetTopping(string t) { topping = t; }
            public void Info()
            {
                Console.WriteLine("Dough: {0}\nSause: {1}\nTopping: {2}",
dough, sauce, topping);
            }
        }

        //Abstract Builder
        abstract class PizzaBuilder
        {

```

```

        protected Pizza pizza;
        public PizzaBuilder() {}
        public Pizza GetPizza() { return pizza; }
        public void CreateNewPizza() { pizza = new Pizza(); }

        public abstract void BuildDough();
        public abstract void BuildSauce();
        public abstract void BuildTopping();
    }
    // Concrete Builder
    class HawaiianPizzaBuilder : PizzaBuilder
    {
        public override void BuildDough() { pizza.SetDough("cross"); }
        public override void BuildSauce() { pizza.SetSauce("mild"); }
        public override void BuildTopping() {
pizza.SetTopping("ham+pineapple"); }
    }
    // Concrete Builder
    class SpicyPizzaBuilder : PizzaBuilder
    {
        public override void BuildDough() { pizza.SetDough("pan
baked"); }
        public override void BuildSauce() { pizza.SetSauce("hot"); }
        public override void BuildTopping() {
pizza.SetTopping("pepparoni+salami"); }
    }
    /** "Director" */
    class Waiter
    {
        private PizzaBuilder pizzaBuilder;
        public void SetPizzaBuilder(PizzaBuilder pb) { pizzaBuilder =
pb; }
        public Pizza GetPizza() { return pizzaBuilder.GetPizza(); }
        public void ConstructPizza()
        {
            pizzaBuilder.CreateNewPizza();
            pizzaBuilder.BuildDough();
            pizzaBuilder.BuildSauce();
            pizzaBuilder.BuildTopping();
        }
    }
    /** A customer ordering a pizza. */
    class BuilderExample
    {

```

```

        public static void Main(String[] args)
        {
            Waiter waiter = new Waiter();
            PizzaBuilder hawaiianPizzaBuilder = new
HawaiianPizzaBuilder();
            PizzaBuilder spicyPizzaBuilder = new SpicyPizzaBuilder();

            waiter.SetPizzaBuilder(hawaiianPizzaBuilder);
            waiter.ConstructPizza();

            Pizza pizza = waiter.GetPizza();
            pizza.Info();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Завдання 3. В прикладі до шаблону «Mediator» додати клас ConcreteColleague3 та додати повідомлення від нього «Hello!».

Текст програми прикладу до шаблону «Посередник»:

```
using System;
```

```
using System.Collections;
```

```
namespace Mediator.Examples
```

```

{
    // Mainapp test application
    class MainApp
    {
        static void Main()
        {
            ConcreteMediator m = new ConcreteMediator();
            ConcreteColleague1 c1 = new ConcreteColleague1(m);
            ConcreteColleague2 c2 = new ConcreteColleague2(m);

            m.Colleague1 = c1;
            m.Colleague2 = c2;

            m.Send("How are you?", c1);
            m.Send("Fine, thanks", c2);
        }
    }
}

```

```

        // Wait for user
        Console.Read();
    }
}
// "Mediator"
abstract class Mediator
{
    public abstract void Send(string message,
        Colleague colleague);
}
// "ConcreteMediator"
class ConcreteMediator : Mediator
{
    private ConcreteColleague1 colleague1;
    private ConcreteColleague2 colleague2;

    public ConcreteColleague1 Colleague1
    {
        set { colleague1 = value; }
    }

    public ConcreteColleague2 Colleague2
    {
        set { colleague2 = value; }
    }
    public override void Send(string message,
        Colleague colleague)
    {
        if (colleague == colleague1)
        {
            colleague2.Notify(message);
        }
        else
        {
            colleague1.Notify(message);
        }
    }
}

// "Colleague"
abstract class Colleague
{
    protected Mediator mediator;

```

```

    // Constructor
    public Colleague(Mediator mediator)
    {
        this.mediator = mediator;
    }
}

// "ConcreteColleague1"
class ConcreteColleague1 : Colleague
{
    // Constructor
    public ConcreteColleague1(Mediator mediator)
        : base(mediator)
    {
    }

    public void Send(string message)
    {
        mediator.Send(message, this);
    }

    public void Notify(string message)
    {
        Console.WriteLine("Colleague1 gets message: "
            + message);
    }
}

// "ConcreteColleague2"
class ConcreteColleague2 : Colleague
{
    // Constructor
    public ConcreteColleague2(Mediator mediator)
        : base(mediator)
    {
    }

    public void Send(string message)
    {
        mediator.Send(message, this);
    }

    public void Notify(string message)
    {
        Console.WriteLine("Colleague2 gets message: "

```

```

        + message);
    }
}
}

```

Завдання 4. Написати реалізацію для класу “Ялинка”, який можна за необхідності декорувати ялинковими прикрасами (поля) та/або гірляндами (метод, що відповідає за те, що “Ялинка” може світитися). Використати шаблон **Decorator**.

Завдання 5. Додати реалізацію класу “Трикутник” в прикладі до шаблону **Prototype**.

Текст програми прикладу до шаблону **Prototype**:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace PrototypeFigure
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.OutputEncoding = Encoding.UTF8;

            IFigure figure = new Rectangle(10, 20);
            IFigure clonedFigure = figure.Clone();
            figure.GetInfo();
            clonedFigure.GetInfo();
            figure = new Circle(15);
            clonedFigure = figure.Clone();
            figure.GetInfo();
            clonedFigure.GetInfo();

            Console.Read();
        }
    }

    interface IFigure
    {
        IFigure Clone();
    }
}

```

```

        void GetInfo();
    }
    class Rectangle : IFigure
    {
        int width;
        int height;
        public Rectangle(int w, int h)
        {
            width = w;
            height = h;
        }
        public IFigure Clone()
        {
            return new Rectangle(this.width, this.height);
        }
        public void GetInfo()
        {
            Console.WriteLine("Прямокутник довжиною {0} и шириною
{1}", height, width);
        }
    }
    class Circle : IFigure
    {
        int radius;
        public Circle(int r)
        {
            radius = r;
        }
        public IFigure Clone()
        {
            return new Circle(this.radius);
        }
        public void GetInfo()
        {
            Console.WriteLine("Круг радіусом {0}", radius);
        }
    }
}

```

Завдання 6. За аналогією з завданнями 1-5 описати та виконати завдання для двох шаблонів із переліку: Factory Method, Facade, Composite, Adapter.

Завдання для самостійної роботи. Опрацювання лекційного матеріалу та власного проекту лабораторного практикуму № 1, 2, 3. Підготувати доповідь про один із шаблонів:

- Заступник (Proxy).
- Міст (Bridge).
- Пристосуванець (Flyweight).
- Інтерпретатор (Interpreter).
- Шаблонний метод (Template Method).
- Ітератор (Iterator).
- Команда (Command).
- Спостерігач (Observer).
- Відвідувач (Visitor).
- Стан (State).
- Стратегія (Strategy).
- Зберігач (Memento).
- Ланцюжок обов'язків (Chain of Responsibility).

Запитання до теми:

1. Різновиди шаблонів проектування.
2. Шаблон «Абстрактна фабрика».
3. Шаблон «Прототип».
4. Шаблон «Одиночний об'єкт».
5. Шаблон «Міст».
6. Шаблон «Ланцюг обов'язків».
7. Шаблон «Декоратор».
8. Шаблон «Ітератор».

Завдання для самостійної роботи

Опрацювання лекційного матеріалу та власного проекту лабораторного практикуму № 2, 3. Виконання домашнього завдання №6. Аналіз задачі та розробка проекту.

Тема 11. ШАБЛОНИ ПРОЄКТУВАННЯ (продовження)

Лекційні заняття 11.

Огляд, мета і призначення теми: ознайомлення зі структурними шаблонами (патернами) проєктування.

Доповіді студентів про шаблони проєктування:

- Заступник (Proxy).
- Міст (Bridge).
- Пристосуванець (Flyweight).
- Інтерпретатор (Interpreter).
- Шаблонний метод (Template Method).
- Ітератор (Iterator).
- Команда (Command).
- Спостерігач (Observer).
- Відвідувач (Visitor).
- Стан (State).
- Стратегія (Strategy).
- Зберігач (Memento).
- Ланцюжок обов'язків (Chain of Responsibility).

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати основні шаблони.

Лабораторний практикум 11.

Доопрацювання лабораторних робіт №3, 4 або 5.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювання лекційного матеріалу та власного проєкту лабораторного практикуму № 2, 3. Аналіз задачі та розробка проєкту.

Тема 12. ШАБЛОНИ ПРОЄКТУВАННЯ (продовження). АНТИШАБЛОНИ

Лекційні заняття 12.

Огляд, мета і призначення теми: ознайомлення з Патерни поведінки та антишаблонами в розробці ПС, типові антишаблони, типові випадки некоректних підходів до розробки ПС.

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати основні антишаблони.

Лабораторний практикум 12.

Вивчення антишаблонів проєктування (30 хв.). Захист лабораторних робіт №3, 4 або 5 (60 хв.).

Запитання до теми:

1. Охарактеризуйте типові антишаблони.
2. Опишіть типові випадки некоректних підходів до розробки ПС.

Завдання для самостійної роботи

Опрацювання лекційного матеріалу та власного проєкту лабораторного практикуму № 2, 3. Аналіз задачі та розробка проєкту.

Тема 13-14. ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ «S.O.L.I.D.»

Лекційні заняття 13-14.

Огляд, мета і призначення теми: ознайомлення з принципом єдиності відповідальності (The Single Responsibility Principle), принципом відкритості/закритості (The Open Closed Principle), принципом заміщення Лісков (The Liskov Substitution Principle), принципом розділення інтерфейсу (The Interface Segregation Principle), принципом інверсії залежності (The Dependency Inversion Principle).

Вивчивши матеріал даної теми, студент зможе: охарактеризувати принципи проєктування S.O.L.I.D. та вміти їх застосовувати на практиці.

Лабораторний практикум 13-14.

Принципи проєктування класів (S.O.L.I.D.). (30 хв.). Опитування та обговорення лекційного матеріалу. Захист домашнього завдання № 8 (30 хв.). Контрольна робота 2 (30 хв.).

Завдання 1. Нехай є клас для представлення замовлення в магазині. Який принцип порушено? Виправте.

```
class Item
{
}

class Order
{
    private List<Item> itemList;

    internal List<Item> ItemList
    {
        get
        {
            return itemList;
        }

        set
        {
            itemList = value;
        }
    }
}
```

```

public void CalculateTotalSum() { /*...*/ }
public void GetItems() { /*...*/ }
public void GetItemCount() { /*...*/ }
public void AddItem(Item item) { /*...*/ }
public void DeleteItem(Item item) { /*...*/ }

public void PrintOrder() { /*...*/ }
public void ShowOrder() { /*...*/ }

public void Load() { /*...*/ }
public void Save() { /*...*/ }
public void Update() { /*...*/ }
public void Delete() { /*...*/ }
}

```

Завдання 2. Який принцип порушено? Виправте.

Зверніть увагу на клас `EmailSender`. Крім того, що за допомогою методу `Send`, він відправляє повідомлення, він ще і вирішує як буде вестися лог. В даному прикладі лог ведеться через консоль.

Якщо трапиться так, що нам доведеться змінювати спосіб логуювання, то ми будемо змушені внести правки в клас `EmailSender`. Хоча, здавалося б, ці правки не стосуються відправки повідомлень. Очевидно, `EmailSender` виконує кілька обов'язків.

`using System;`

`//Який принцип порушено? Виправте!`

```

class Email
{
    public String Theme { get; set; }
    public String From { get; set; }
    public String To { get; set; }
}

class EmailSender
{
    public void Send(Email email)
    {
        // ... sending...
        Console.WriteLine("Email from '" + email.From + "' to '" + email.To + "' was send");
    }
}

```

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Email e1 = new Email() { From = "Me", To = "Vasya",
Theme = "Who are you?" };
        Email e2 = new Email() { From = "Vasya", To = "Me",
Theme = "vacuum cleaners!" };
        Email e3 = new Email() { From = "Kolya", To =
"Vasya", Theme = "No! Thanks!" };
        Email e4 = new Email() { From = "Vasya", To = "Me",
Theme = "washing machines!" };
        Email e5 = new Email() { From = "Me", To = "Vasya",
Theme = "Yes" };
        Email e6 = new Email() { From = "Vasya", To =
"Petya", Theme = "+2" };

        EmailSender es = new EmailSender();
        es.Send(e1);
        es.Send(e2);
        es.Send(e3);
        es.Send(e4);
        es.Send(e5);
        es.Send(e6);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Завдання 3. Порухення якого принципу привело до невiрного результату? Які шляхи вирiшення?

```

using System;

class Rectangle
{
    public virtual int Width { get; set; }
    public virtual int Height { get; set; }
    public int GetRectangleArea()
    {
        return Width * Height;
    }
}

```

```
//квадрат наслідується від прямокутника!!!
class Square : Rectangle
{
    public override int Width
    {
        get { return base.Width; }
        set
        {
            base.Height = value;
            base.Width = value;
        }
    }
    public override int Height
    {
        get { return base.Height; }
        set
        {
            base.Height = value;
            base.Width = value;
        }
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Rectangle rect = new Square();
        rect.Width = 5;
        rect.Height = 10;

        Console.WriteLine(rect.GetRectangleArea());
        Console.ReadKey();
    }
}
}
Відповідь 100?
```

Завдання 4. Є код:

```
interface IItem
{
    void ApplyDiscount(String discount);
    void ApplyPromocode(String promocode);
}
```

```

void SetColor(byte color);
void SetSize(byte size);

void SetPrice(double price);
}

```

Даний інтерфейс поганий тим, що він включає занадто багато методів. Що, якщо наш клас товарів не може мати знижок або промокодом, або для нього немає сенсу встановлювати матеріал з якого зроблений (наприклад, для книг). Таким чином, щоб не реалізовувати в кожному класі невикористовувані в ньому методи, краще розбити інтерфейс на кілька дрібних і кожним конкретним класом реалізовувати потрібні інтерфейси.

Перепишіть, розбивши інтерфейс на декілька інтерфейсів, керуючись принципом розділення інтерфейсу. Опишіть класи книжки (розмір та колір не потрібні, але потрібна ціна та знижки) та верхній одяг (колір, розмір, ціна знижка), які реалізують притаманні їм інтерфейси.

Запитання до теми:

1. Дайте визначення та охарактеризуйте принцип єдиної відповідальності (The Single Responsibility Principle).
2. Дайте визначення та охарактеризуйте принцип відкритості/закритості (The Open Closed Principle).
3. Дайте визначення та охарактеризуйте принцип заміщення Лісков (The Liskov Substitution Principle).
4. Дайте визначення та охарактеризуйте принцип розділення інтерфейсу (The Interface Segregation Principle).
5. Дайте визначення та охарактеризуйте принцип інверсії залежності (The Dependency Inversion Principle).

Завдання для самостійної роботи

Опрацювання лекційного матеріалу та власного проєкту лабораторного практикуму № 3.

Аналіз задачі та розробка проєкту.

Оформлення та захист звіту.

ПЕРЕЛІК ВЖИВАНИХ СКОРОЧЕНЬ

CLR	Common Language Runtime – вихідний файл виконання мов;
FCL	Framework Class Library – стандартна бібліотека класів платформи.NET Framework;
HTML	HyperText Markup Language – мова розмітки гіпертекстових документів;
IDE	Integrated development environment – інтегроване середовище розробки;
LINQ	Language Integrated Query – мова інтегрованих запитів;
UML	Unified Modeling Language – уніфікована мова моделювання;
XML	Extensible Markup Language – розширювана мова розмітки;
БД	база даних;
БНФ	нотація Бекуса-Наура;
ЖЦ	життєвий цикл;
ООП	об’єктно-орієнтоване програмування;
ПС	програмна система.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Омельчук Л.Л. Об'єктно-орієнтоване програмування. Лабораторний практикум: навчальний посібник / Л.Л. Омельчук, Київ: електронна публікація на сайті факультету, 2021 - 265 с. <http://csc.knu.ua/uk/filer/canonical/1631712733/1373/>
2. Роберт С. Мартін. Чиста архітектура. – Фабула. 2019 – 368 ., ISBN 978-617-09-5286-8
6. Буч Г. Объектно-ориентированное программирование. – Киев, Диалектика, 1993.
3. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software by Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides Released October 1994, Publisher(s): Addison-Wesley Professional.
4. Фримен А., Раттц Д.С. LINQ. Язык интегрированных запросов в C# 2010 для профессионалов / М.: Вильямс, 2011. – 656с.
5. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>
6. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-6.0>
7. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/>
8. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-6.0>
9. Роберт С. Мартін. Чиста архітектура. – Фабула. 2019 – 368 .с, ISBN 978-617-09-5286-8.
10. Роберт С. Мартін. Чистий код. Створення, аналіз і рефакторинг. – Фабула. 2019 – 416 с.,, ISBN 978-617-09-5285-1.
11. Е. Робсон, Е. Фрімен, Head First. Патерни проектування. – Фабула. 2020 – 672 с., ISBN 978-617-09-6159-4.
12. Jacobson, Ivar; Grady Booch; James Rumbaugh (1998). The Unified Software Development Process. Addison Wesley Longman. ISBN 0-201-57169-2.
13. Прайс М. C# 8 и .NET Core. Разработка и оптимизация: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2021. –816 с.
14. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 384 с.
15. Боггс У., Боггс М. UML и Rational Rose 2002. – Издательство: ЛОРИ, 2004.– 582 с.
16. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. С примерами приложений на C++ : Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: Невский диалект, 2001. – 368 с.
17. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS. 2-е изд. / Пер. с англ.; Под общей редакцией проф. С. Орлова — СПб.: Питер, 2006. — 736 с.

18. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Питер, 2010. – 366 с.
19. Зубенко В.В., Омельчук Л.Л. Програмування : навчальний посібник (гриф МОН України) / - К. : ВПЦ "Київський університет", 2011. - 623 с.
20. Нейгел К., Ивсен Б. С# 5.0 и платформа .NET 4.5 для профессионалов/ М.: Вильямс, 2014. – 1440 с.
21. Лавріщева К. М. Програмна інженерія.- К.: ВНУ. 2007. - 413 с.
22. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. С примерами приложений. Буч Гради, Максимчук Роберт А., Энгел Майкл У., Янг Бобби Дж., Коналлен Джим, Хьюстон Келли А.: Пер. с англ. – 3-е изд. – М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2008. – 720 с.
23. Ставровский А.Б., Карнаух Т.О. Перші кроки програмування.- К.:Диалектика. 2005. – 389 с.

Навчальне видання

Омельчук Людмила Леонідівна
Белова Анна Сергіївна

**ОБ’ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ
ПРОГРАМУВАННЯ**
Лабораторний практикум

Навчальний посібник



Підписано до друку 22.09.2022 р.
Формат 64×90/16. Папір офс. Друк офс. Ум. друк. арк 21
Гарнітура Times New Roman.