

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ

до виконання практичних занять з дисципліни
«Модульне проектування машин»
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

Харків 2022

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівельних і дорожніх машин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ

до виконання практичних занять з дисципліни
«Модульне проектування машин»
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

Затверджено методичною
радою університету,
протокол № 1 від 09.09.2022р.

Харків
ХНАДУ
2022

Укладачі: І.Г. Кириченко
В.М. Рагулін

Кафедра будівельних і дорожніх машин

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Визначним досягненням в останні десятиріччя є швидкий розвиток обчислювальної техніки та створення на її основі автоматизованих систем комп'ютерного моделювання.

Сучасна комп'ютерна графіка має ряд різноманітних застосувань, одне з яких є створення віртуальних тривимірних модулів моделей машин.

Як першочергові завдання при проектуванні машин слід виділити побудову компонованої схеми. Оптимальне розміщення навісних знарядь потребує істотних змін у конструктивному виконанні базової машини.

Індивідуальні завдання для модульного проектування передбачають використання з існуючої бази та розробку нових 3D-моделей деталей, вузлів та агрегатів машин галузевого машинобудування з послідовним компонуванням за конкретною блок-схемою індивідуального завдання у тривимірному просторі.

Тематика індивідуальних завдань модульного проектування машин відповідає завданням навчальної дисципліни і тісно пов'язується з практичними потребами діяльності майбутнього фахівця. Вибір варіанту механізму здійснюється згідно списку групи.

Графік виконання і захист завдання встановлюється викладачем для кожної студентської групи окремо, згідно розкладу занять та робочого плану, враховуючи етапи та строк виконання індивідуальних завдань.

ОСНОВНИМИ ЗАВДАННЯМИ

індивідуальних завдань є формування знань, вмінь та навичок з виконання побудови геометричних моделей тривимірних деталей та машини в цілому за допомогою модульних елементів вузлів та агрегатів машин з використанням середовища динамічного пакета Autodesk Inventor (AI).

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБОТ

- ПЗ. 1. Компонувальні схеми машин з функціональних модулів (додаток 1).
- ПЗ. 2. Оснащення базового шасі модульним технологічним обладнанням (додаток 2).
- ПЗ. 3. Моделювання модульних машини в технологічному циклі.
- ПЗ. 4. Розробка пакету конструкторської документації складальних одиниць у середовищі Autodesk Inventor

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. Одержати у викладача індивідуальне завдання згідно варіанту.
2. Ознайомитись з завданням згідно варіанта, звернути увагу на спряжені вузли та розміри.
3. Розробити 3D моделі деталей, котрих немає у представленому каталозі модулів користуючись попередньою інформацією (додаток 1).
4. Виконати збирання деталей з урахуванням специфіки елементів, агрегатів та механізмів машини (додаток 2).
5. Виконати налаштування готової моделі машини до імітування технологічного процесу за допомогою додатку динамічного моделювання у АІ.
6. Оформити технічну документацію, роздрукувати та зшити її в альбом у послідовності, визначеної викладачем.

При виконанні індивідуального завдання студент опановує:

1. Методи та алгоритми отримання 3D моделей деталей з можливістю використання модульного з'єднання у пакеті АІ.
2. Створення конструкторської документації до машинобудівного вузла у пакеті АІ.

Зміст завдання

У новому проєкті створюємо файл збірки по шаблону KNADI21_DSTU.iam. Перед початком роботи необхідно перевірити, що режим фіксації першого компоненту відносно системи координат увімкнено (рис. 1) виконуємо розміщення до файлу вузлів та агрегатів з бази модулів. Вставивши перший компонент у документ виконуємо команду *Сохранить*. Послідовно виконуючи команду *Вставить* розподіляємо елементи у робочому вікні програмного продукту. Тих модулів, котрі відсутні згідно індивідуального завдання (рис. 2) потрібно створити (змоделювати). Для цього використовуємо файли деталей по шаблону KNADI21_DSTU.ipt.

Таким чином виконуємо побудову всіх елементів зображених в індивідуальному завданні (додаток 1). Створюємо відсутні елементи у масштабі 1:1 до існуючого прототипу.

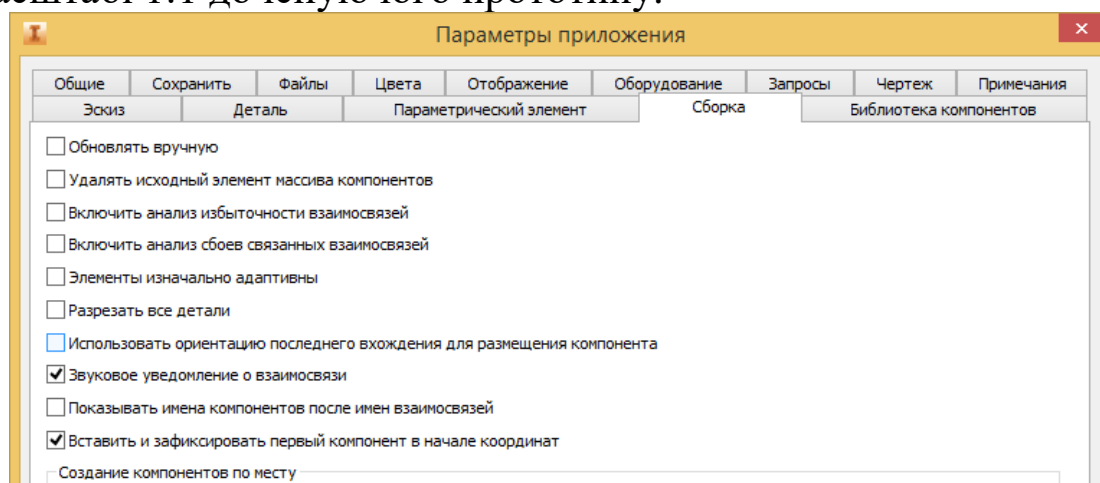


Рисунок 1 – Вікно «Параметры приложения»

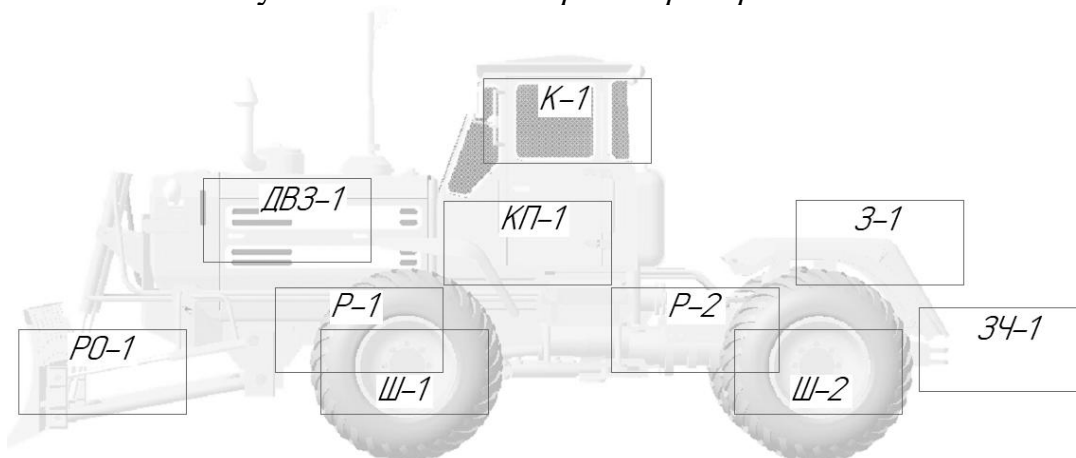


Рисунок 2 – Приклад індивідуального завдання

Основи роботи.

В системі Inventor креслення є двомірними документами, створюваними на основі моделей тривимірної деталі або низки інструменти, які вважаються креслярськими інструментами в 2D САПР, і інструментами ескізу в програмі Inventor.

Під час розробки тривимірних моделей в Inventor спочатку креслять двовимірні геометричні об'єкти (наприклад, прямокутники та кола) в якості основи для твердотільних елементів (наприклад, методами видавлювання та обертання, утворення вирізів та отворів). Технологія параметричного проектування дозволяє намалювати об'єкти ескізно, а потім вказати точні розміри.

Креслення ескізів в Inventor є основою для створення елементів. Елементи є основою для створення деталей, які разом складають збірки. Об'єкти ескізів можна також додавати в креслення.

У загальному випадку краще використовувати нескладні геометричні фігури і більшу кількість елементів. Прості ескізи легше створювати, обслуговувати, змінювати. У них простіше вказувати розміри, і вони більш зрозумілі. З простими ескізами моделі перебудовуються швидше.

Можна створювати елементи, не вказуючи розміри в ескізі. Проте розміри на ескізах вказувати бажано.

Розміри вказуються відповідно до задуму проекту моделі: наприклад, можна вказати певну відстань від отворів до кромки або ж відстань між отворами.

Для створення тіла за перерізами необхідно утворити низку ескізів з необхідними перерізами, а потім утворити тіло.

Таким способом можна створювати тверді тіла складної конфігурації, в основі яких лежать профілі, розташовані на різних площинах. За своєю суттю, профіль – це замкнутий ескіз на площині. Площини з профілями повинні бути розташовані на деякій відстані один від одного, паралельно або під кутом. У Inventor можна плавно з'єднати профілі між собою і, таким чином, побудувати тверде тіло або виріз складної конфігурації. Спочатку розглянемо основні методи створення додаткових (довідкових) площин.

У Inventor можна побудувати тверде тіло (підстава , бобишку), а також виріз, використовуючи команду «Сдвиг» для створення елементів по траєкторії. Елемент створюється в результаті переміщення профілю за заздалегідь створеному шляху – траєкторії. Слід пам'ятати, що профіль має уявляти собою замкнутий непересічний контур. У процесі переміщення профіль може залишатися паралельним самому собі або ж зберігати незмінним початковий кут з траєкторією. Можна також задати обертання профілю в процесі його переміщення по траєкторії. Крім того, профіль може змінювати свої розміри і конфігурацію згідно формі направляючої кривої. Ескіз траєкторії будується в площині, розташованій під кутом до площини профілю.

Виконуємо з'єднання деталей за допомогою команди *Зависимость* (рис. 3) обираючи аналогом команди обертання *Вставка*, а руху вздовж площини – *Совместить*.

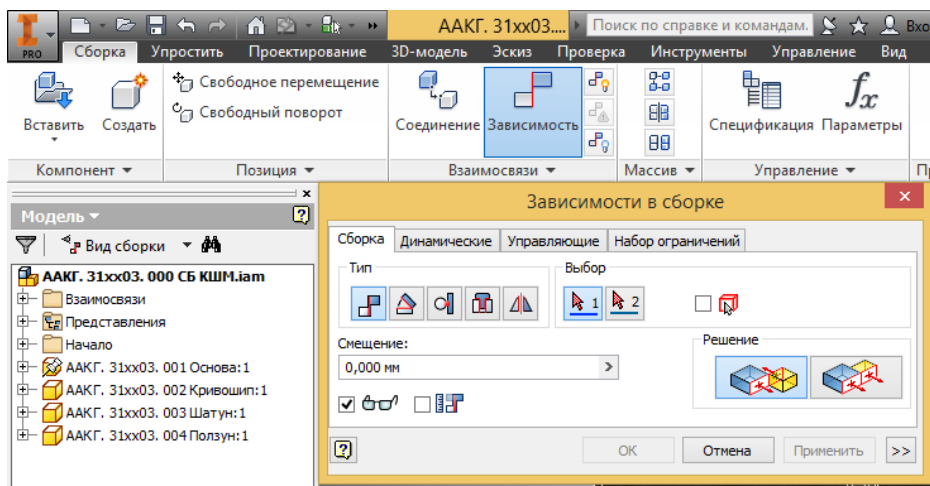


Рисунок 3 – Вікно *Зависимости в сборке*

Виконавши усі залежності над елементами складання переходимо до середовища *Динамическое моделирование* з вкладки *Среды* (рис. 4).

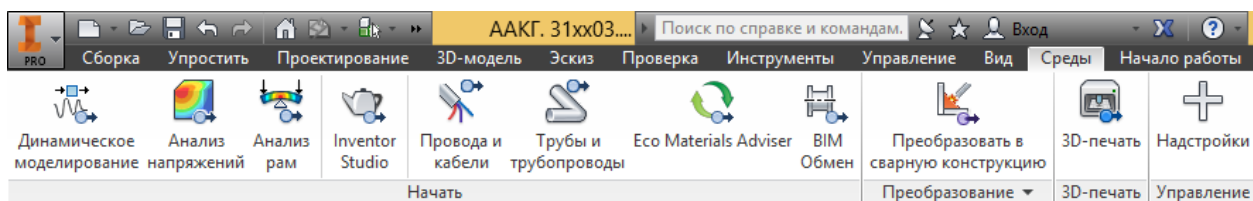


Рисунок 4 – Вигляд панелі *Среды*

Після переходу на панель *Динамическое моделирование* змінюється інформація, що відображається у браузері: деталі розподіляються на фіксовані елементи, рухомі групи, з'єднання та зовнішні навантаження (рис. 5). За допомогою симулятора виконуємо керування рухом, його часом та дискретністю кадрів анімації та здійснюємо перехід між режимами конструювання та моделювання руху.

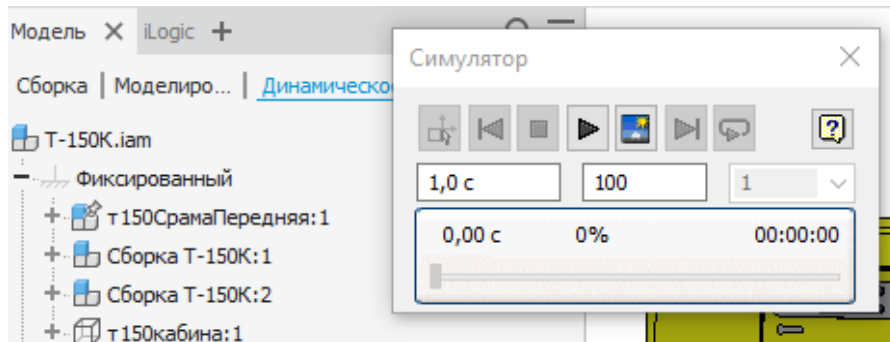
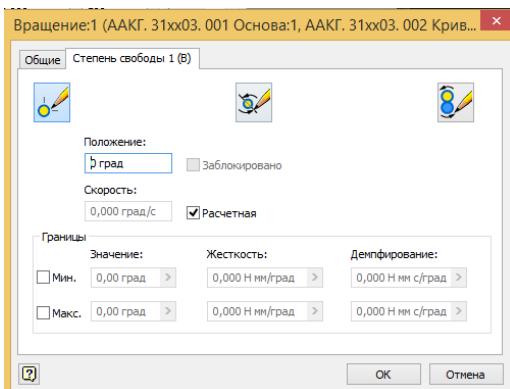
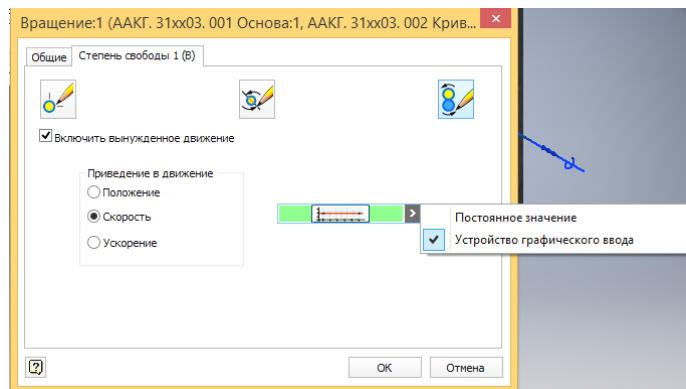


Рисунок 5 – Відображення у середовищі *Динамическое моделирование*

Кожне з'єднання має свої властивості (рис. 6), на яких маємо змогу задавати початкові положення, граничні значення та режим вимушеного руху. Останній може задаватися постійним значенням положення, швидкості чи прискорення, або за допомогою пристрою графічного впровадження (рис. 7).



а



б

Рисунок 6 – Властивості з'єднання *Вращение*
а – вікно положення, б – вікно вимушеного руху

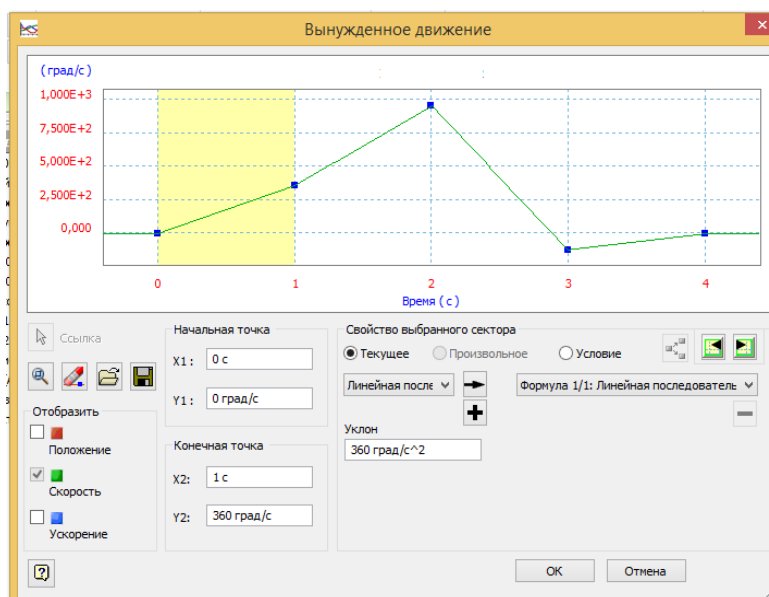


Рисунок 7 – Завдання графіку швидкості обертання у вікні *Вынужденное движение*

Для візуального відображення руху досліджуваної точки (точок) механізму може використовуватися *Трассировка*, яка дозволяє відслідковувати траєкторію, швидкість та прискорення (рис. 8). Початок координат для розрахунку положення обраної точки задаємо відносно деталей або призначаємо нову опорну систему відліку. Приклад візуального відображення траєкторії точки у просторі, на прикладі малогабаритного навантажувача, зображений на рисунку 9. Вікно графічного зображення динамічного моделювання технологічного процесу машини зображене на рисунку 10.

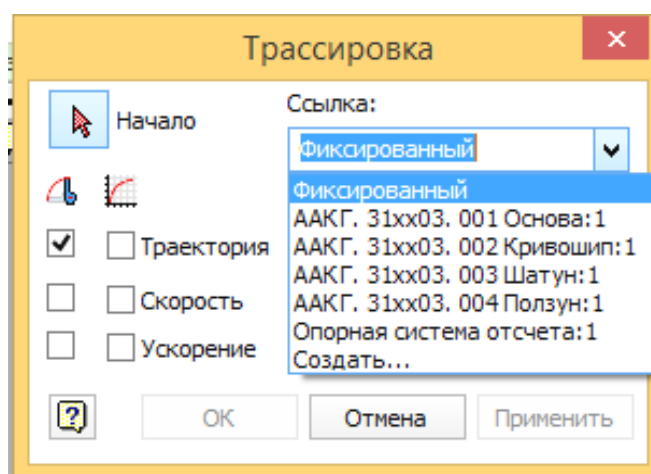


Рисунок 8 –Вікно *Трассировка*

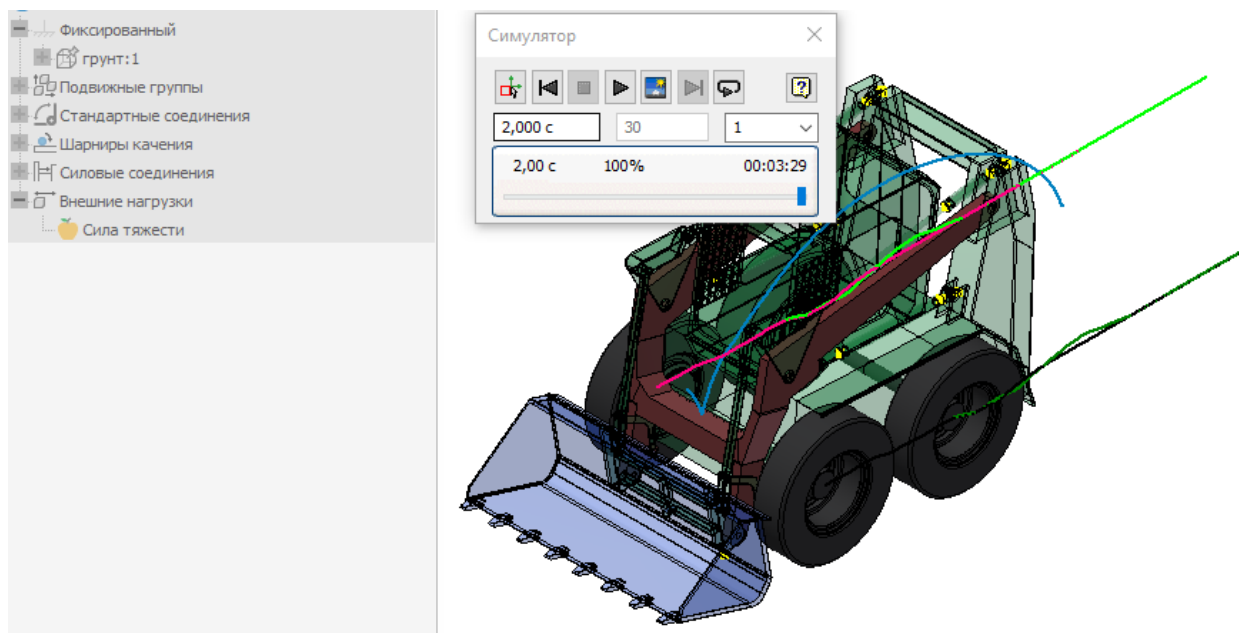


Рисунок 9 – Візуальне зображення траєкторії руху точок

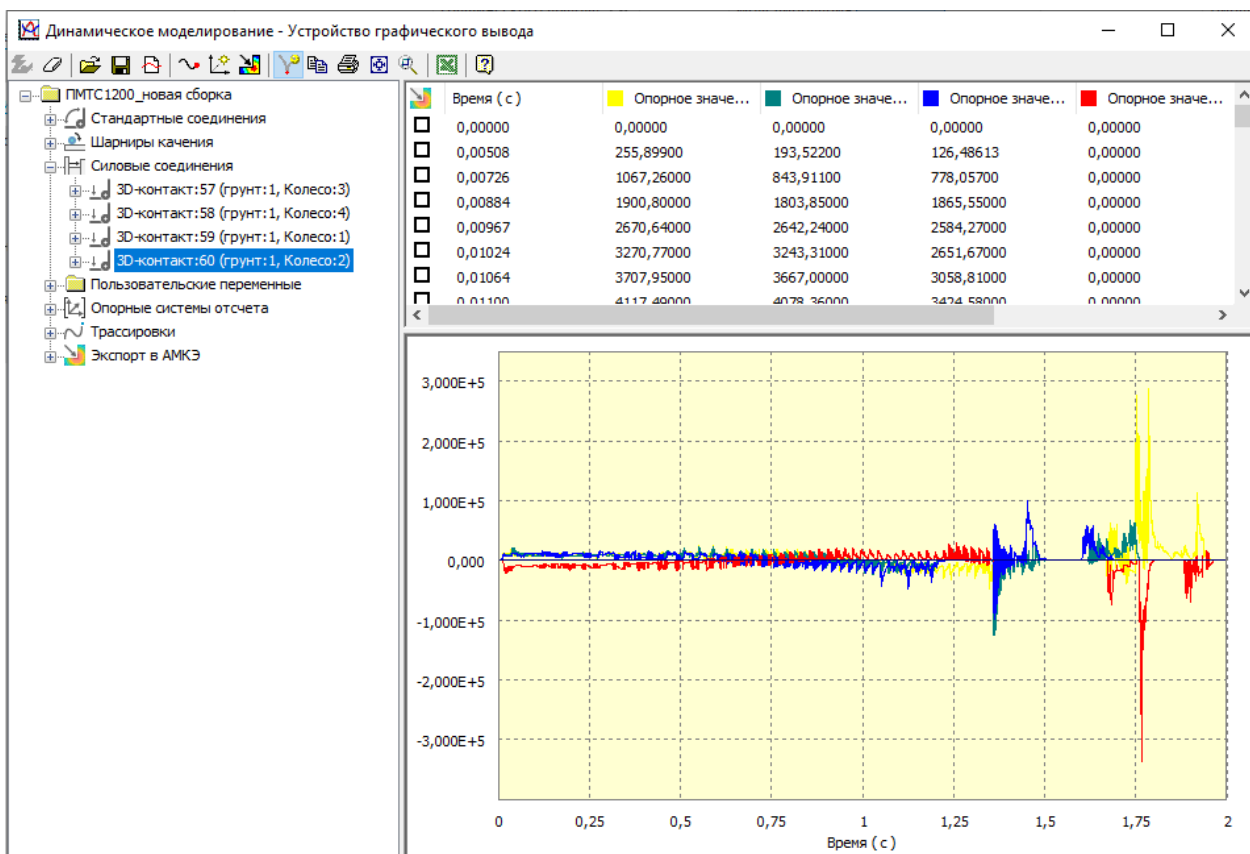
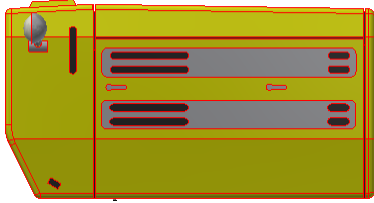
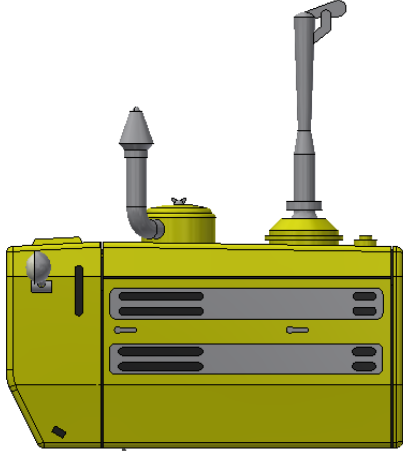
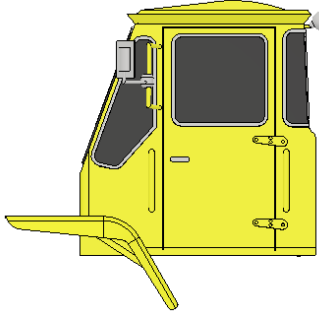
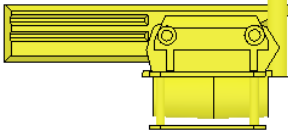
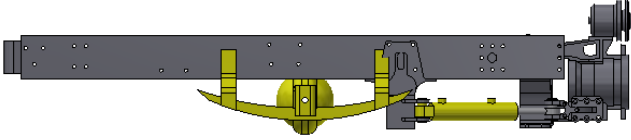
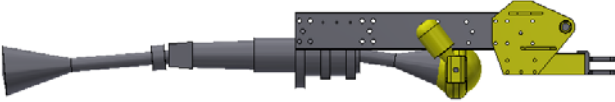
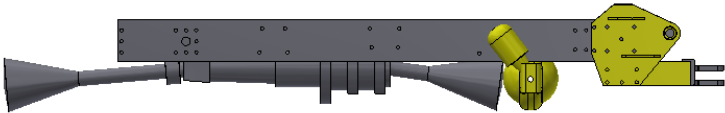


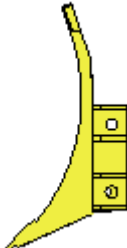
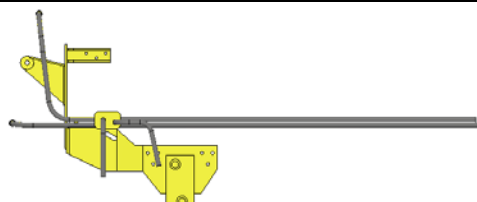
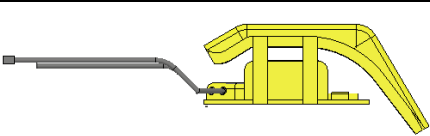
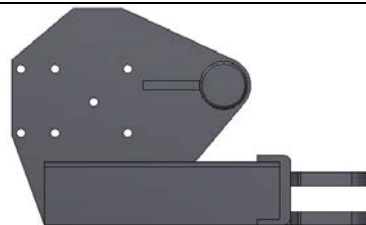
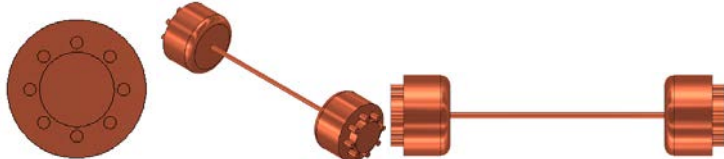

Рисунок 10 – Вікно графічного зображення динамічного моделювання

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Вірник М.М. Курсове проектування з теорії механізмів і машин: Навчальний посібник / М.М. Вірник, Ю.В. Булига. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 213 с.
3. Розробка конструкторської документації в пакеті «Autodesk Inventor» (1-а частина: розробка тривимірної моделі деталі) з курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів технічних спеціальностей (навчально-методичний посібник) / Укладачі: Черніков О.В., Біріна А.Д., Архіпов О.В., Подригало Н.М. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 152 с. (<http://files.khadi.kharkov.ua/mekhanichnij-fakultet/inzhenernoji-ta-kompyuternoji-grafiki/item/2362-autodesk-inventor-1-razrabotka-3d-modely-detaly.html>; механічний факультет, кафедра інж. та комп'ютерної графіки).
4. Розробка конструкторської документації в пакеті «Autodesk Inventor» (2-а частина: моделювання вузлів та механізмів) з курсу «Комп'ютерна графіка» для студентів технічних спеціальностей (навчальний посібник) / Укладачі: Черніков О.В., Біріна А.Д., Подригало Н.М., Архіпов О.В. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 126 с. (<http://files.khadi.kharkov.ua/mekhanichnij-fakultet/inzhenernoji-ta-kompyuternoji-grafiki/item/2363-autodesk-inventor-2-razrabotka-3d-modeli-mekhanizma-sborочноj-edinitsy.html>; механічний факультет, кафедра інж. та комп'ютерної графіки).
5. Черніков О.В., Рагулін В.М., Андрієнко С.В. / Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальних завдань з дисципліни «Комп'ютерна графіка» за темою «Моделювання роботи механізмів» для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» – Харків: ХНАДУ, 2019. – 22 с.

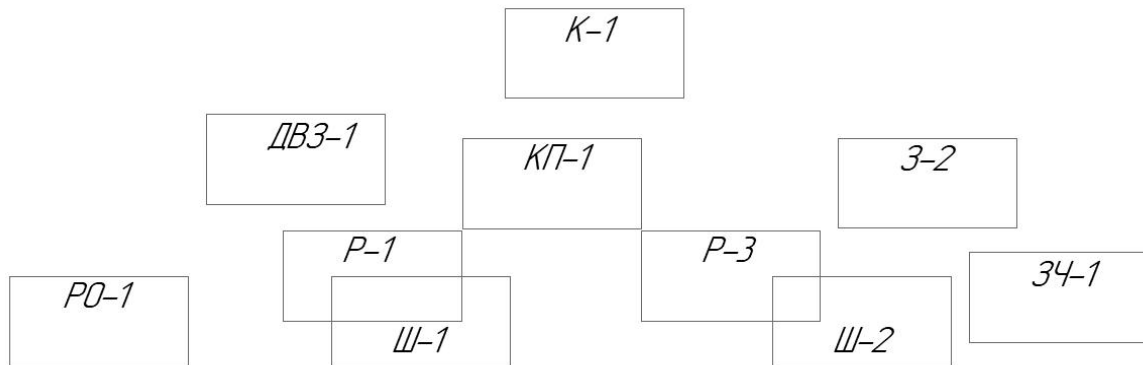
Елементи (модулі) блок-схеми

Позначення	Вигляд	Назва
ДВЗ-1		двигун внутрішнього згорання у моторному відсіку
ДВЗ-2		двигун внутрішнього згорання у моторному відсіку з системою наддуву
К-1		кабіна
КП-1		коробка передач
Р-1		рама
Р-2		рама
Р-3		рама

PO-1		робоче обладнання
PO-2		робоче обладнання
З		система пасивного захисту
ЗЧ		зчіпний пристрій
Ш-1		шасі
Ш-1		колесо

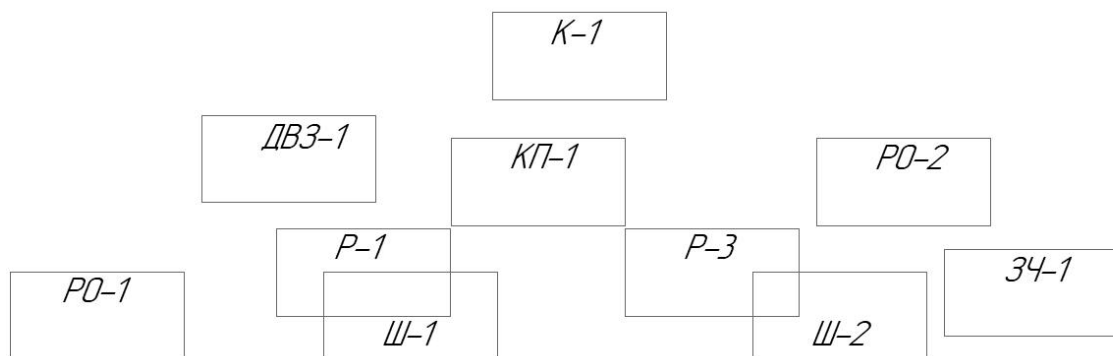
Номер позиції біля кожного позначення наголошує на тому, що це конкретне виконання. Наприклад: 1 – СМД-62; 2 – ЯМЗ-238; 3 – CAT C27 Acert; 4 – Deutz; 5 – Perkins; 5 – John Deere.

ВАРІАНТ 1 –

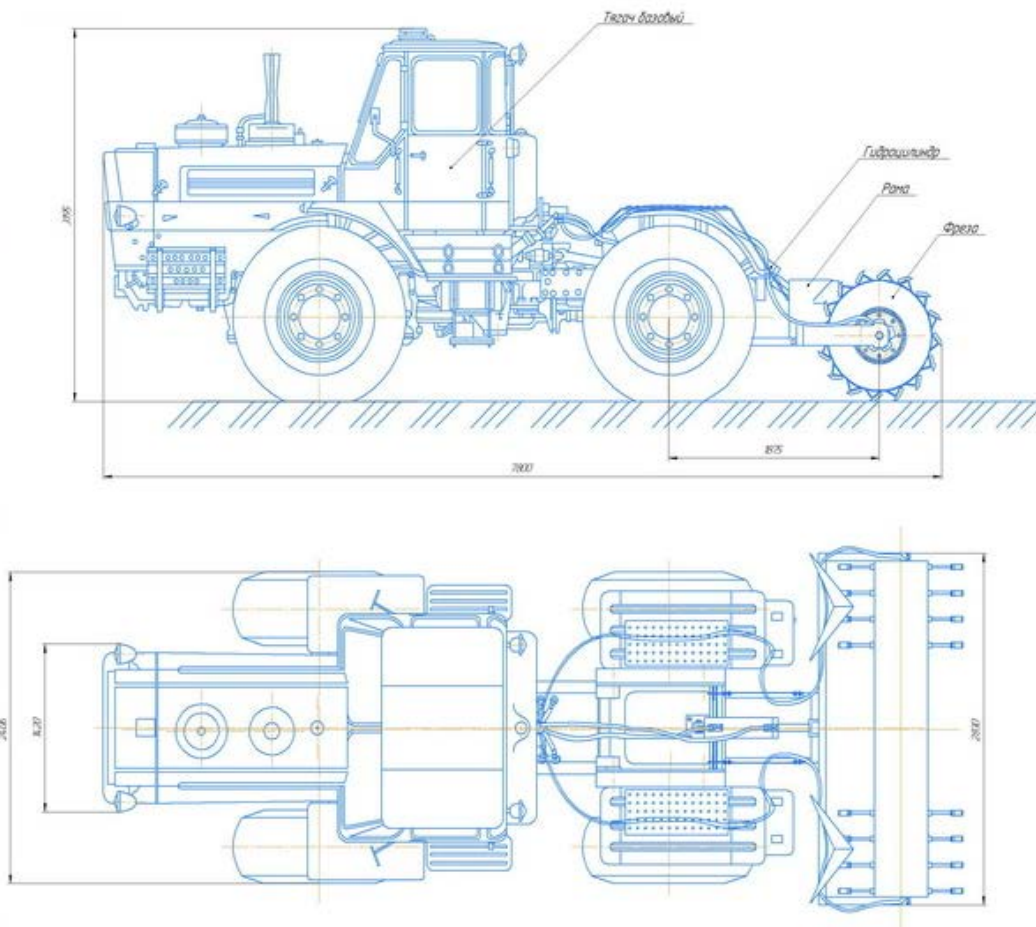


ВАРІАНТ 2 –

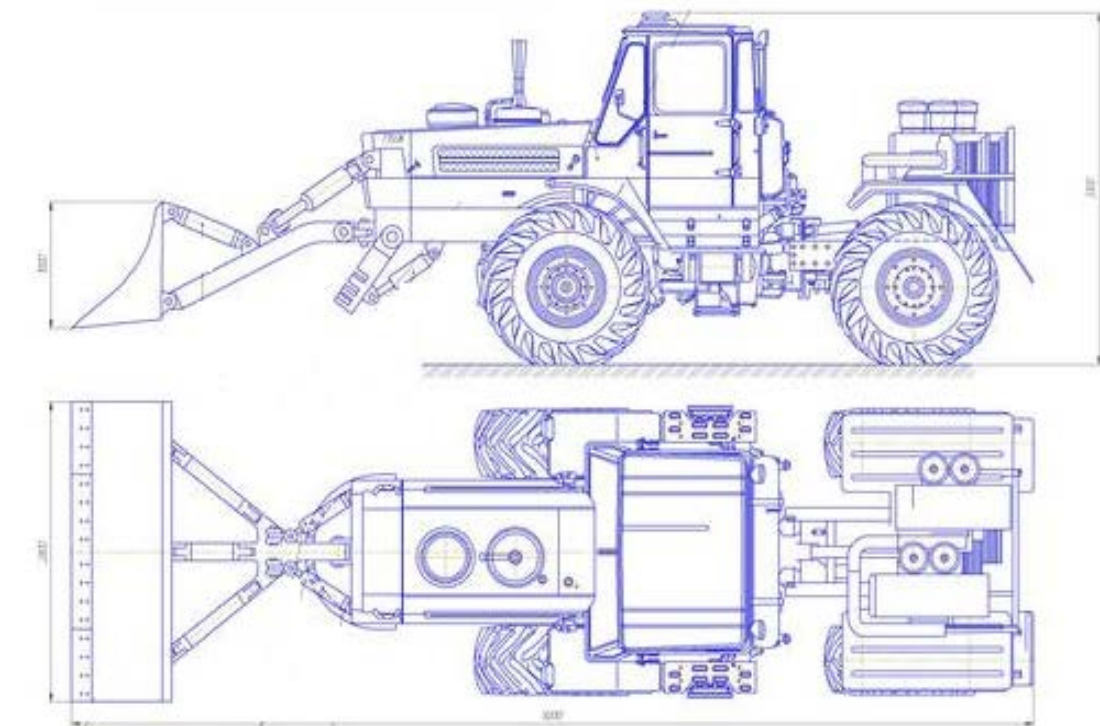
ВАРІАНТ 3 –



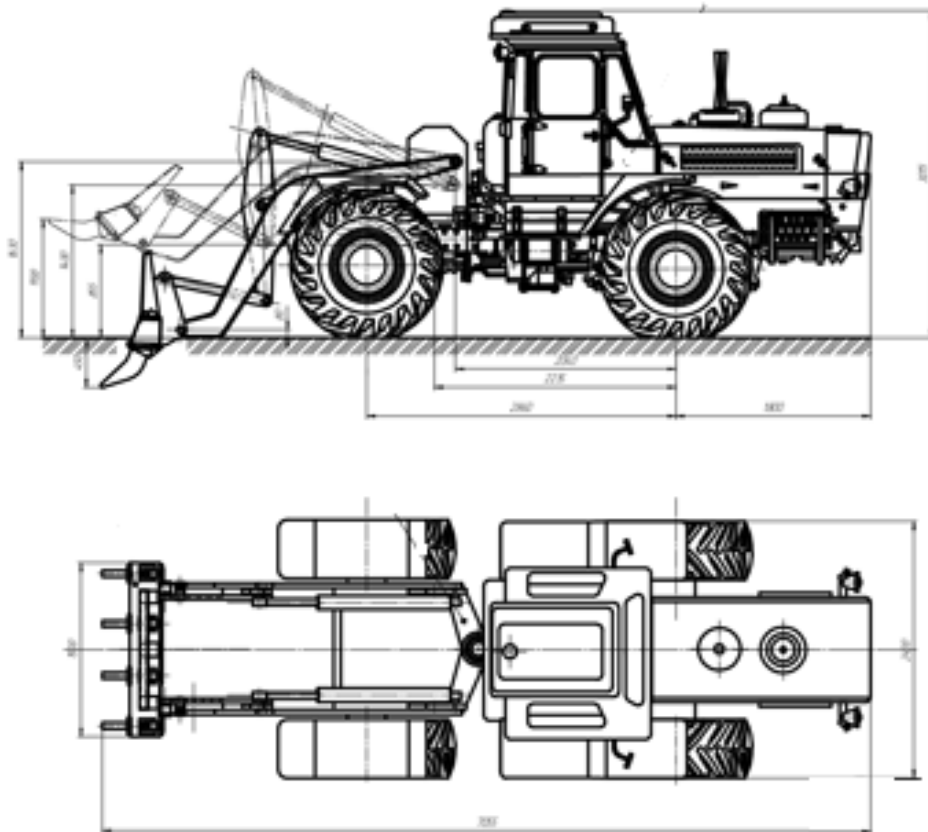
ВАРІАНТ 4 –



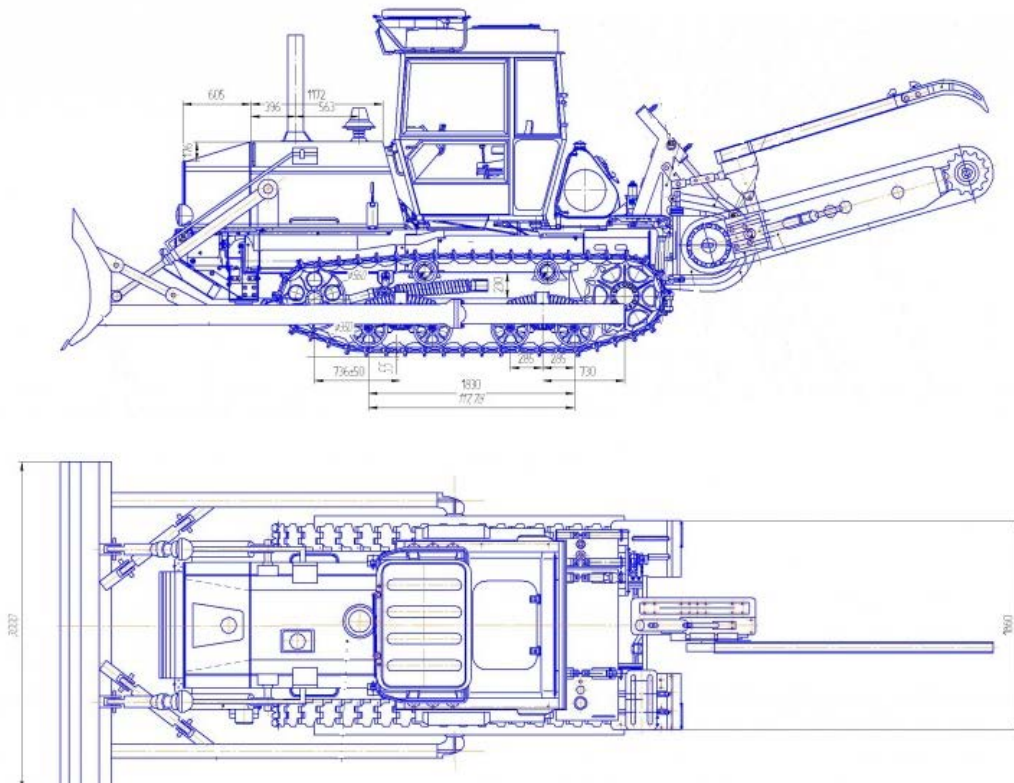
ВАРІАНТ 5 –



ВАРИАНТ 6 –



ВАРИАНТ 7 –



ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне електронне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ

до виконання практичних занять з дисципліни
«Модульне проектування машин»
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

Укладачі: І.Г. Кириченко
В.М. Рагулін

Відповідальний за випуск *Н.М. Фідоровська*

Авторська редакція

Комп'ютерна верстка *В.М. Рагуліна*

План 2022, поз. __.

Підписано до друку _____ р. Формат 60×84 1/16. Папір газетний.

Гарнітура Times New Roman Cyr. Віддруковано на ризографі

Ум. друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____.

Зам. № _____. Тираж _____ прим. Ціна договірна

Видавництво

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків-МСП, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Тел. /факс: (057) 700-38-72; 707-37-03, e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення
України про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК №897 вівід 17.04 2002 р.