

*П.М. Гащук, д-р техн. наук, професор, С.В. Войтків, Б.В. Курач  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
Науково-технічний центр «Автополіпром»)*

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОКОЛІНЬ АВТОБУСІВ ЗА УНІФІКАЦІЙНИМ КРИТЕРІЄМ

З позицій проектного менеджменту аналізуються перспективи розвитку автобусобудування та розглядається методологія ідентифікації поколінь автобусної техніки із застосуванням уніфікаційного критерію. За об'єкт менеджменту править типорозмірний ряд міських автобусів, а за портфель проектів — типаж автобусів. З'ясовано, що різниця арифметичної прогресії, натуральним виразником якої є так званий «інтегральний модуль», дає змогу формалізовано модулювати типорозмірний ряд автобусів (множачи їхню довжину, місткість, вантажність) у чіткій відповідності до метроритмічної структури арифметичної гармонії. Аналізується світова практика модульної уніфікації. Наводяться приклади різного структурування типорозмірних рядів модульно-уніфікованих міських автобусів відповідно до арифметичної гармонії та з деяким відхиленням від неї.

**Ключові слова:** автобус, типорозмірний ряд автобусів — проект, типаж автобусів — портфель проектів, покоління (генерація), уніфікація, інтегральний модуль.

*П.М. Гащук, С.В. Войтків, Б.В. Курач*

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОКОЛЕНИЙ АВТОБУСОВ С ПОМОЩЬЮ УНИФИКАЦИОННОГО КРИТЕРИЯ

Исходя из позиций проектного менеджмента, анализируются перспективы развития автобусостроения и рассматривается методология идентификации поколений автобусной техники с применением унификационного критерия. В качестве объекта менеджмента рассматривается типоразмерный ряд городских автобусов, а в качестве портфеля проектов — типаж автобусов. Выяснено, что разность арифметической прогрессии, натуральным выражением которой является так называемый «интегральный модуль», дает возможность формальными средствами модулировать типоразмерный ряд автобусов (умножая их длину, вместительность, грузоподъемность) в четком соответствии с метроритмической структурой арифметической гармонии. Анализируется мировая практика модульной унификации. Приводятся примеры различного структурирования типоразмерных рядов модульно-унифицированных городских автобусов в соответствии с арифметической гармонией и с некоторыми отклонениями от нее.

**Ключевые слова:** автобус, типоразмерный ряд автобусов — проект, типаж автобусов — портфель проектов, поколение (генерація), унификация, интегральный модуль.

*P.M. Hashchuk, S.V. Vojtkiv, B.V. Kurach*

## IDENTIFICATION OF BUSES GENERATIONS BY THE UNIFICATION CRITERION

From the standpoint of project management the prospects of development of bus production are analyzed and the methodology of identification of the generations of buses using the unification criterion is regarded. For the object of management is taken the dimension-type series of city buses, for project portfolio — type range of buses. Established that the difference of the arithmetic pro-

gression, a natural exponent of which is so called 'integral module', allows the formalized modulation of dimension-type series of buses (by multiplying their length, capacity, cargo capacity) in strict accordance with metro-rhythmic structure of arithmetic harmony. The international practice of the modular unification is analyzed. The examples of different structuring of the dimension-type series of module-unified city buses are provided in accordance with arithmetical harmony and with some deviation from it.

**Keywords:** bus, dimension-type series of buses — project, type range of buses — project portfolio, generation, unification, integral module.

**Мотивація.** Йдеться про такий різновид проектної діяльності, що веде (відповідно до тлумачень настанов РМВОК® [1]) до «результату» — наслідків (й документів), продукованих у процесі дослідження корисних типажних тенденцій розвитку будови автобусів, технології їх виготовлення та експлуатації. Ці тенденції доцільно відстежувати, керуючись поняттям покоління (генерації) автобусів. Хоча, все-таки важко збагнути, чому отриманий унаслідок проектної діяльності продукт чи набута унаслідок неї ж здатність надавати ефективніше послугу не є результатом. Здавалося б, результат — це загальніше поняття, проте...

Уважають, що автобус «народився» 18 березня 1895 року (у 2015 йому виповниться 120 років). Але родовід його, мабуть, доречно відстежувати ще з глибших часів. У 1662 році знаменитий французький математик і фізик (та ще й, як видно, бізнесмен) Блез Паскаль домогся дозволу на «перевезення людей кінними екіпажами в межах міста певними маршрутами за певну плату» (йдеться, звісно, про Париж). Впродовж року Паскаль помер і його бізнес занепавав. І аж 1828-го на маршрут вийшов кінний омнібус (лат. omnibus — усім, для всіх) у Парижі, 1829-го — в Лондоні, 1847-го — в Берліні... А вже через півстоліття на маршруті запанував омнібус з двигуном внутрішнього згоряння — автобус. Тож різні омнібуси — це перші покоління автобусів? Чому б ні (подекуди автобуси й досі називають омнібусами).

У науковій літературі не знайти прийняттого на загальне означення поняття «покоління технічних рішень». Причиною цього є труднощі щодо розпізнавання переходу від одного покоління до наступного нового унаслідок впровадження певної інновації. Загалом в технічному сенсі термін «покоління» може вживатися як у контексті «радикальної», так і у контексті «інкрементальної» інновації, якщо говорити мовою австрійського і американського економіста, соціолога, історика економічної думки, засновника економічної теорії інновацій (в 1909...1911 роках професора Чернівецького університету) Й. Шумпетера [2, 3].

Інкрементальна (поліпшувальна, покращувальна; англ. Increment — приріст, а в математиці — зникаюче малий приріст чи диференціал) інновація в технічній сфері — це зміна способу виробництва (діяльності) шляхом поступового пристосування до нових передовіших вимог під тиском суспільного середовища. Радикальна ж інновація — різка зміна способу виробництва (діяльності), що визріває нерегулярно, створюючи помітні інноваційні хвилі. Фактично за Й. Шумпетером тільки радикальна інновація власне і є інновацією. А тому лише впровадження радикальних інновацій можна визнати як перехід від покоління до покоління. Тож належним до нового покоління можна визнати таке технічне рішення, що:

- не може бути отримане шляхом поступової модифікації характеристик систем попереднього покоління;
- забезпечує принципове підвищення досконалості продукту чи/та радикальне скорочення витрат на його виробництво;
- витісняє шляхом еволюційного (зі зняттям) відбору рішення попереднього покоління.

Д. Норман та Р. Верганті [4], протиставляючи інкрементальні та радикальні інновації, доводять, що останні є наслідком 1) зміни у технологіях виробництва або 2) зміни у суспільному значенні («змісті») продукту, 3) обидвох цих змін одночасно. Зокрема, вчені роблять висновок, що дослідження у рамках так званого «людино-орієнтованого дизайну» не можуть стати джерелом радикальних інновацій, оскільки орієнтуються на існуючі технології вироб-

ництва (діяльності) та існуючий соціальний зміст. Цей погляд цілком відповідає викладеному тут робочому тлумаченню поколінь технічних рішень, яке впливає саме з розуміння того, що інкрементальні інновації, зокрема, інновації людино-орієнтованого дизайну, не відображають насправді еволюційного процесу суспільного відтворення.

До слова, відповідно до [2], с. 161: «Виробляти — це комбінувати наявні в нашій сфері речі й сили. Робити щось інше або інакше — значить створювати інші комбінації із цих речей і сил. У тій мірі, у якій нова комбінація може бути отримана з часом зі старої в результаті постійного пристосування, здійснюваного за допомогою невеликих кроків, має місце зміна, а можливо, ріст, але аж ніяк не нове явище, що вислизнуло з поля зору при розгляді рівноваги, не розвиток у нашому розумінні. Оскільки ж цього не відбувається й нова комбінація може виникнути (або виникає) тільки дискретним шляхом, то виникають одночасно й характерні для неї явища.» Уніфікація в сфері автобусобудування якраз і є визначальною дискретною зміною конструкції, яка принципово простежується і у сфері проектування-конструювання (де без ідеології, виявляється, не обійтись [5]), і у сфері виробництва, і у сфері експлуатації...

Ще одна важлива думка [3] (розділ 7), яка залишається вірною й досі: «... дотепер у центрі уваги економістів усе ще перебуває конкуренція, що перебігає в рамках незмінних умов, зокрема незмінних методів виробництва й організаційних форм. Але всупереч підручникам у капіталістичній дійсності переважне значення має інша конкуренція, заснована на відкритті нового товару, нової технології, нового джерела сировини, нового типу організації... Ця конкуренція забезпечує рішуче скорочення витрат або підвищення якості, вона загрожує існуючим фірмам не незначним скороченням прибутків і випуску, а повним банкрутством. За своїми наслідками така конкуренція зіставна з традиційною як бомбардування з виламуванням дверей. За цих умов ступінь розвитку традиційної конкуренції не так уже важливий: потужний механізм, що забезпечує приріст виробництва й зниження цін, однаково має іншу природу.» В такому ракурсі нове покоління автобусів — це у відповідному сенсі новий товар, нова технологія, новий тип організації... — інструмент справжньої конкуренції.

Нове покоління автобусів виникає унаслідок низки поступових, еволюційних кількісних змін-удосконалень, аж поки водночас, стрибкоподібно, ніби революційно, не з'явиться нова суспільно визнавана якість. Саме так автобус був протиставлений омнібусу. Отож нове покоління — це нова якість, вимірювана принципово вищим рівнем досконалості.

Виявляється, мало казати: автобус має бути функціональним, «входити» в технологічні рамки і мати низьку собівартість виготовлення-використання, задовольняти запити покупців машин щодо рівня спорядженості, має відповідати об'єктивним вимогам ергономіки, зокрема, кузов повинен обов'язково мати «тверду» структуру (кістяк безпеки). Автобус, як матеріально суцільний і соціально значущий продукт людської діяльності, має чотири характерні фази свого життєвого циклу: 1) визрівання у задумі й соціальному усвідомленні корисності; 2) проектування-конструювання (розробка, development; віртуальне втілення задуму); 3) виробництво (створення, creation; матеріалізація засобу задоволення потреби та реновація його); 4) експлуатація (використання, споживання корисності, задоволення потреби). Впродовж першої та другої фаз в об'єкт закладають певні інтелектуально обґрунтовані властивості, впродовж третьої — ці властивості втілюють і множать серійно чи масово, а впродовж четвертої — їх «споживають» та критично оцінюють, аби згодом «дорости» до нового задуму. І коли раптом, стрибком визріває нове покоління автобусів, то це обов'язково має позначитись на всіх перелічених фазах його (покоління) життєвого циклу.

Звісно, шлях до принципово нового (нової якості) торують, долаючи звичні неспростовні суперечності проектної діяльності — схилившись перед довершеністю проекту, поклянувшись їй, та одночасно переживаючи невдоволеність цією ж досконалістю через нездоланні прагнення до різноманіття (те, що досконалість природно одноманітніша, — неспростовний висновок творчої думки). І звісно ж, пізнання і створення досконалого нового — це процес долання протистояння краси й красивості, символу й предмета, поезії й буквральності

(буквоїдства), сутності й явища... Головними «візажистами», оздоблювачами, що покликані урізноманітнювати, поряд з художниками-дизайнерами обов'язково мають бути об'єктивні чинники й резони.

Навіть не намагаючись хоч якось вичерпно й несуперечливо укласти класифікацію машинобудівної продукції (це ж бо надзвичайно складна задача), все ж майже завжди машинам різного призначення (мимохить, про що б щодо них не йшлося) доводиться приписувати дві дуже загальні класифікаційні ознаки:

- тип\* (від грец. τύπος — відбиток) машини — визначник рівня її пристосованості до належно якісного й прийнятно ефективного виконання певного різновиду робіт, що помітно відрізняються від інших цілком конкретним поєднанням значень характеристичних показників;

- розмір машини (розмір її робочого органа, її робочого простору), обумовлений обсягом робіт певного різновиду, що підлягають виконанню за один робочий цикл, чи розміром (масою) предмета праці, над яким здійснюється саме цей певний різновид робіт за один робочий цикл.

З поєднання типу і розміру впливає так званий типорозмір. Далі, є резон «матеріалізувати» це важливе поняття: типорозмір — це представник машин певного типу (штибу) із певними розмірами, що визначають його потенції (можливості). Низка типів — це типоряд. Низку ж машин певного типу різних розмірів тлумачать як розмірний (параметричний) ряд машин, а низку таких розмірних рядів декількох (двох і більше) типів машин разом — як типорозмірний ряд машин. Відтак було запроваджене у вжиток ще ширше поняття типажу, що мало б охоплювати технічно та економічно обґрунтовану сукупність (множину) типів і типорозмірів різноманітних машин (виробів), об'єднаних загально спільним призначенням і окреслених показниками досконалості й ефективності, що визначають привабливу перспективу розвитку народної господарки. В подальшому йтиметься про перспективи розвитку автобусобудування саме в термінах типорозмірних рядів та типажів автобусів в зазначеному сенсі.

Мета статті — розкрити ефективність формування типажного ряду автобусних (тролейбусних) пасажирських транспортних засобів нового покоління — своєрідного портфеля (банку) досконаліших в конструктивному/технологічному/економічному сенсі технічних проектів — на основі блочно-модульних базових конструкцій (конструктивів), цілком покладаючись на уніфікаційну ідеологію. Головне завдання полягає в тому, аби необхідна розмаїтість типів і типорозмірів автобусів могла бути запрограмована як така, що створюється з мінімальної кількості агрегатів, вузлів, деталей на одних і тих самих (а не якихось кожного разу індивідуальних) технологічних лініях/стапелях. Рівень уніфікації мав би правити за критерій ідентифікації того чи іншого покоління автобусної техніки.

Не дуже численні наукові джерела, на які можна покластися, занурюючись в задекларовану тематику, дозволимо собі згадувати в процесі викладу основного матеріалу, коли це буде більш доцільним та корисним.

**Ретроспектива.** В Україні (та й у неіснуючому тепер Радянському Союзі, до складу якого вона колись входила) дослідження зі створення типорозмірного ряду модульно-уніфікованих (ТРР МУ) міських автобусів започатковані були ще в середині 1980-х відділом компоновок і художнього конструювання Всесоюзного конструкторсько-експериментального

---

\* Тип як такий визріває унаслідок осмислених діянь, які називають типізацією. Типізація — узагальнення певних явищ, проявів чогось чи зведення різноманітних виробів, машин, будівель, технологічних процесів тощо до невеликої кількості якось окреслених власне типів. Вона здійснюється за допомогою інструментарію типології. Типологія (від *тип* і *...логія*) — вид наукової систематизації, класифікація чогось за спільними ознаками, власне пошук типового. Типовий — 1) той, що є зразком-взірцем, стандартом для низки явищ, випадків або відповідає певному зразку-взірцю; 2) такий, що властивий певному типові явищ, випадків. Прикро, але такий бажаний інструмент як типометр існує хіба що в друкарській справі для примітивного контрольного вимірювання кегля друкарських літер чи як лінійка для вимірювання у кількості рядків набору.

інституту автобусобудування (м. Львів) із приходом у відділ В. К. Білика\*. Саме він привніс в інженерно-конструкторське середовище розуміння того, що пануюча на той час практика проектування автотранспортних засобів (АТЗ) як моноблочних унітарних за принципом побудови, цілком унікальних самих по собі конструкцій веде до небажаної автономізації автомобільних заводів, навіть у межах одного міністерства. Це зводить міжзаводську уніфікацію\*\* конструктивно-технологічної структури (КТС) автотранспортних засобів до мінімуму (до рівня 7...10 %) і, тим самим, характеризує їхнє виробництво як дрібносерійне, виробництво вузької продуктивної концентрації, виробництво, належне екстенсивній економіці. Суть поліблокового проектування полягає в тому, що основною технологічною одиницею при агрегуванні машин з уніфікованих вузлів спеціалізованого виробництва є не машина загалом, а вузол (конструкт, конструктив, блок); у разі ж проектування системи агрегованих машин такими є розмірний ряд вузлів та система розмірних рядів вузлів, що дозволяють створювати на їхній основі різні типорозмірні ряди машин.

Принагідно зважмо на таке. Похідне від *конструкція*, мало б зватися *конструкційним* (а не конструктивним). Можна, приміром, протиставити пари: *потенція* (в сенсі чи *сила-здатність*, чи *можливість*) — *потенційний* та *потенціал* (зазвичай — вимірник потенції) — *потенціальний*; *функція* (в математиці, приміром, вона числу ставить у відповідність число) — *функційний* та *функціонал* (в математиці він функції ставить у відповідність число, приміром визначений інтеграл — це функціонал) — *функціональний*... Насправді з будь-якого приводу без жодних застережень здебільшого використовують прийменники *потенціальний* та *функціональний*. Ще непорозуміння: якщо є *диференціал*, то де ж подівся первісний термін *диференція* (і відповідно — *диференційний*); якщо *конструктивний*, то де ж *конструктив* (а ще є *конструкт*, але де *конструктний*)? До миті, коли буде наведено цілковитий лад в термінології, ще далеко-далеко (і не нам особисто наводити цей лад без філологів). Але інтуїтивно вже дуже відчутна нестача терміна *конструктив*. В подальшому його вимушено заступатимуть терміни *блок*, *модуль*. Проте оперуватимемо все-таки поняттям *конструктивний* (а не *конструкційний*) як похідним від поняття *конструктив*, з натяком на те, що існування його є правомірним. Зрештою, нема сенсу заперечувати й те, що конструктивний — це творчий (творче), той (те), що створює (визначає) умови для плідної роботи.

Згадаймо також: конструктивізм (франц. *constructivisme*, від лат. *constructio* — побудова) — естетичний напрям, що виник на початку 20 ст. В архітектурі конструктивізм обстоює усвідомлену доцільність, економічність, ощадність, лаконізм у засобах вираження форм. Прагнучи поєднати мистецьку творчість з виробництвом, конструктивізм відкидає невмотивовану практикою декоративність, раціоналізує мову мистецтва. В образотворчому мистецтві та літературі послідовники конструктивізму надають великого значення техніцизму, штучним формам, абстракціям тощо. Засновником конструктивізму вважають Ш. Ле Корбузье. Саме він виступив з вимогою замінити мистецьку образність функційною, що спирається на конструктивну доцільність форм. Всі хто каже, що дизайн — це не те як виглядає, а те як працює, мабуть є конструктивістами. Конструктивізмом просякнута, певна річ, й ця робота.

Отож конструктивна уніфікація — це система заходів, спрямованих на згортання в техніці необгрунтованого й нецікавого різноманіття, на відбір і множення кращих представників

---

\* Володимир Костянтинович Білик (певний час — Белік) — свого часу проректор Харківського художньо-промислового інституту, вчений-енциклопедист, системолог, творець авторської «Теорії загальної системи», дизайнер з великим практичним досвідом в галузі електронної техніки. Саме В. К. Біликом замість традиційного на той час принципу моноблокового проектування автобусів колективу відділу художнього конструювання Всесоюзного конструкторсько-експериментального інституту автобусобудування (завідувач відділу — Я. С. Трач, конструктори — Б. В. Курач, С. В. Войтків, І. Й. Мельник, інженери-художники — В. Я. Даниленко, І. І. Євдокименко, А. С. Ковальчик та інші) було запропоновано сповідувати надалі принцип поліблокового проектування, обгрунтований в теорії агрегування машин.

\*\* *Уніфікація* — похідне від лат. *unio* — єдність, об'єднання та *ficatio* від *facio* — роблю.

з множин різних типів, форм, пропорцій, розмірів, рівнів точності відтворення... Вона обов'язково веде до помітного зростання рівня серійності відтворення обов'язково кращого-досконалішого, а відтак — до технологічної й виробничої уніфікації.

Треба зазначити, що усвідомлення в економічному сенсі важливості підвищення рівня конструктивної уніфікації автомобілів, можна казати, існувало завжди. Уніфікації намагалися досягнути засобами стандартизації (нормалізації), типізації, симпліфікації, успадковування, агрегування... Конструктивна уніфікація сприяла не тільки зниженню затрат на виробництво, а й у сфері експлуатації вдавалось суттєво скоротити номенклатуру запасних частин та затрат на логістичні операції й ремонт (зважмо, затрати на суто виготовлення автомобілів становлять лише приблизно 5...10 % від експлуатаційних витрат) [6]. Відображений на рис. 1 давніше сповідуваний принцип структурного уніфікування елементів кузова тепер не варто вважати перспективним. Він притаманний попереднім поколінням автобусів, але все ж може в певній мірі виявитися корисним і надалі.

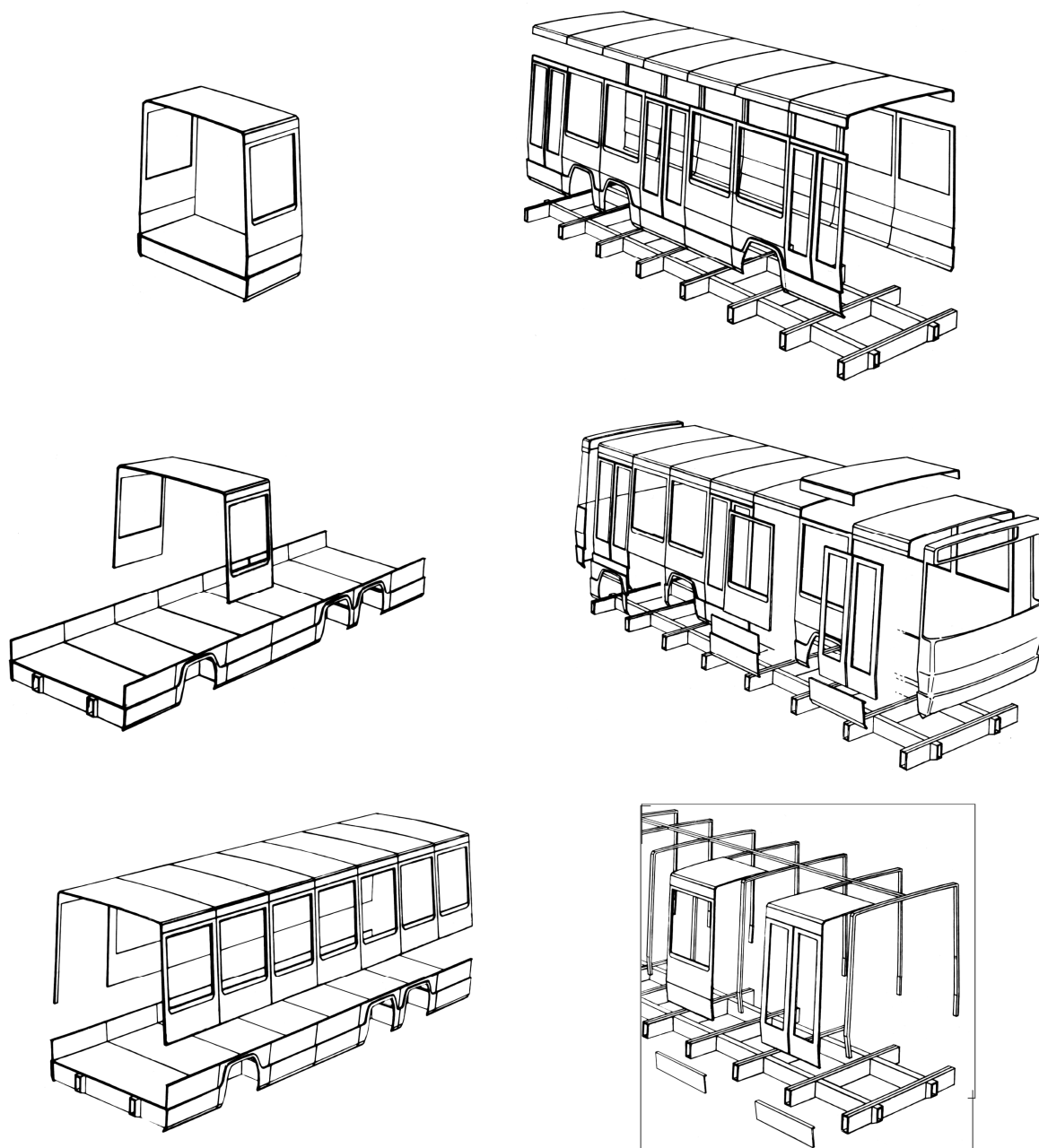


Рисунок 1 — Секційно-рамно-каркасно-панельне структурування автобусного кузова

Визнаючи агрегування (з уніфікованих вузлів й агрегатів, що є продуктами систематизованого виробництва, здійснюване з метою формування оптимальних конструктивно-уніфікованих типорозмірних рядів\* машин) найумотиванішим принципом створення (виробництва-реновації)-експлуатації автомобільної техніки, залишається за визначальний чинник інтенсифікації розвитку автомобілебудування (зокрема, автобусобудування) обрати власне теорію агрегування й агрегато-орієнтований підхід до проектування транспортних засобів. Це гармонує з тим, що, як відомо, технічному прогресові завжди властиві невинне скорочення тривалості перебігу кожного з етапів створення й освоєння нових машин, зниження витрат матеріалів і праці в процесі їх експлуатації й на їх ремонт за постійно зростаючої, звісно, досконалості самих машин.

Розпорошування зусиль на виконання поодиноких (позасистемних), часто сутнісно дрібних конструкторсько-технологічних завдань у процесі звичної нескінченної переробки-додобки швидкоплинно (морально й технічно) старіючої через це техніки, призводить до того, що автобусобудування втрачає перспективу як у царині проектного програмування досконалості автобусної техніки, так й у царині удосконалення технології й організації її виробництва та експлуатації. За підтвердження висловленого можуть правити так звані Типажі автобусів СРСР — виразники планової господарки (економіки). Вони вибудовувались нібито як технічно й економічно обґрунтована сукупність типів і типорозмірів автобусів, але включали в себе цілком різнорідні конструкції, об'єднані спільністю призначення, незважаючи на те, що їх розробляли проектно-конструкторські інститути одного Міністерства автомобільної промисловості.

Насправді часто представники Типажу взагалі не були фрагментами певної стратегії чи програми, не складали системи. Вони були радше виразниками інтересів цілком різних сфер і напрямів господарчої діяльності. Нагромаджені в Типажі-портфелі проекти формувались і втілювались незалежно один від одного й від загальносуспільних інтересів, не на засадах однозначного трактування перспектив розвитку техніки і господарки. Тому уніфікація — це ще й інструмент ефективного управління проектами, виявлення і посилення спільних тенденцій у різновекторних проектах, підпорядкування безсистемних та хаотичних проектів загальній технічній ідеології, виявлення реальної потреби суспільства у впровадженні проектів.

Можна стверджувати, що традиційні методи створення, освоєння виробництва, експлуатації й ремонту АТЗ, перебувають у протиріччі із такими вимогами технічного прогресу, суть яких полягає в уможливленні швидкого переходу до виробництва нових поколінь автобусів, коли критерії новизни обумовлені здатністю забезпечити впровадження нових прогресивних технологій їх виробництва (перш за все, енерго- чи ширше — ресурсощадних технологій). Очевидно, що новизна в техніці — категорія аж ніяк не хронологічна, а суто технічна, і єдиним методом реалізації прогресу в автобусобудуванні є системне проектування автобусів на основі блочно-модульних базових конструкцій (конструктивів) на засадах максимальної уніфікації. Завдання полягає в тому, як уже зазначалось, аби необхідна розмаїтість типів і типорозмірів автобусів могла бути створена з мінімальної кількості агрегатів, вузлів, деталей на одних і тих самих (а не якихось кожного разу унікальних) технологічних лініях.

Тож рівень уніфікації будь-якого технічного пристрою — це узагальнений критерій його відповідності запитам інтенсивного виробництва. І аналізуючи (ретроспективно) світову практику формування типорозмірних рядів автобусів та керуючись при цьому рівнем конструктивно-технологічної уніфікації автобусних кузовів і шасі можна чітко розпізнати два покоління (дві генерації) автобусної техніки (рис. 2):

- перше покоління — автобуси-одинаки моноблочної конструкції (унікуми), що не уніфіковані ні за кузовом, ні за шасі і не вписуються в який-небудь чимось змістовним обумовлений ряд;

---

\* Важко збагнути, як краще: чи ряд, чи лінія, чи лінійка, чи гамма, чи стрій машин.

• друге покоління — типорозмірний ряд автобусів частково поліблочної конструкції, уніфікований тільки за кузовом.

Уперше автобуси другого покоління продемонстрував світові американський концерн General-Motors. Було запатентовано модульну конструкцію кузова (кузов з так званих модулів Маннінга, рис. 3). 1975 року концерн розпочав виробництво типорозмірного ряду автобусів GMC-RTS довжиною 9,2, 10,7, 12,2 м з використанням модулів завдовжки 1,5 м і завширшки 2440 чи 2590 мм. Відтак було відкрито еру автобусів саме другого покоління (рис. 2, 4). Кузовний модуль\* Маннінга — радикальна інновація — дозволяє збирати каркаси кузовів різної довжини в одному технологічному пристосуванні-кондукторі з використанням автоматичного зварювання.

Ознака	Рівень досконалості		
	Перше покоління, 1940-і роки	Друге покоління, 1960-і роки	Третє покоління, 1980-і роки
Принцип конструктивно-технологічного структурування			Тотальна поліблочність
		Часткова поліблочність	
	Моноблочність		
Конструктивна (модульовна) одиниця			Інтегральний модуль — модуль кузова в системі з модулем шасі
		Модуль кузова, моноблок шасі	
	Моноблок		
Рівень уніфікації розмірного ряду автобусів			80...85 %
		35...40 %	
	10 %		
Рядність продукції			Типорозмірний ряд модульно-уніфікованих автобусів. Система автобусної техніки
		Типорозмірний ряд модульно-уніфікованих кузовів	
	Сукупність автобусів унікальної будови		
Техніко-економічна раціональність виробництва			Інтенсивне спеціалізоване виробництво системи типорозмірних рядів автобусної техніки
		Інтенсивне спеціалізоване виробництво типорозмірного ряду автобусних кузовів	
	Екстенсивне універсальне виробництво автобусної техніки		

Рисунок 2 — Класифікація автобусної техніки за поколіннями (генераціями)

\* У найширшому розумінні модуль (від лат. *modulus*) — міра. Модулями є міри довжини — фут (джерелом вибору одиниць вимірювання у багатьох народів були саме розміри людського тіла), метр (франц. *metre*, від грец. *μέτρον* — міра)... Вісний, коловий, нормальний модулі зубчастого колеса — геометричні параметри, пропорційні розмірам цього колеса. Модуль слугує для вираження кратних співвідношень розмірів комплексів і їхніх частин. Модулювання і модуляція — пов'язані хоч-як з модулем відповідно дія і подія (лат. *modulatio* — розмірність, гармонійність, ритм, від *modulus* — розмірюю). До слова, загально відомий «Модульор» Ш. Ле Корбузе — це, як він сам підкреслював, вимірювальний прилад, в основу якого покладено людський зріст і математика.



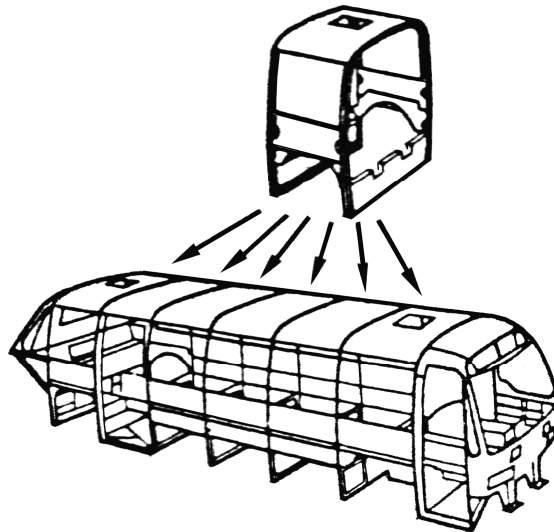


Рисунок 3 — Кузовний модуль міжміського автобуса

	Малий	Середній	Великий		
Перше покоління, 1G-автобус				Уніфікація між-заводська: 10 %	Початок виробництва: 1940-і роки, світова практика
Друге покоління, 2G-автобус				40 %	1960-і роки, зарубіжна практика
Трєтє покоління, 3G-автобус				80 %	Перспектива

Рисунок 4 — Розвиток конструктивно-технологічної структури кузова й шасі автобусів (їдеться про базові моделі — моделі з максимальною продуктивністю, пасажиромісткістю)

З тих пір виготовлення автобусів, уніфікованих за кузовом, — визнана в світі практика. У Європі практично кожна велика автобусобудівна фірма (Mercedes-Benz, Neoplan, MAN, Van Hool тощо) має у своїй виробничій програмі престижний ряд (лінійку) міських автобусів другого покоління (один з прикладів відображено на рис. 5). Рівень уніфікації типорозмірного ряду автобусів другого покоління становить десь 35...40 %. Отже, агрегати й вузли шасі, що складають 60...65 % структури автобусів другого покоління залишаються неуніфікованими, а це саме ті основні елементи, що потребують у процесі експлуатації постійного технічного обслуговування й ремонту, затрати на які, як зазначалося, у десятки разів перевищують затрати на суто виготовлення автобусів.

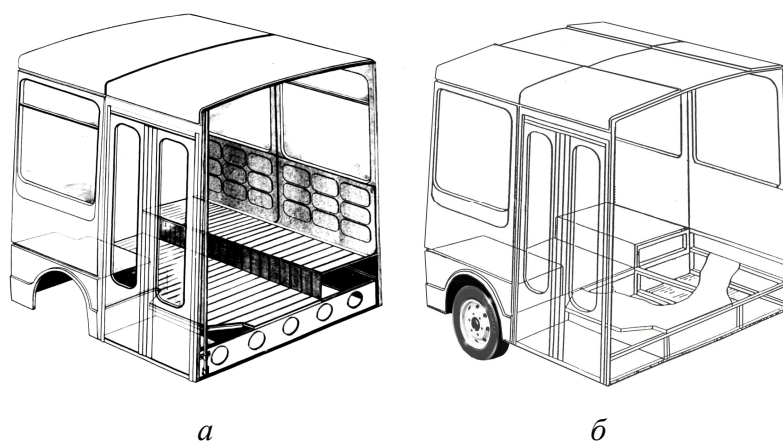
Основною перепорою на шляху до глибшої уніфікації ТРР автобусів першого й другого поколінь, як з'ясувалось, була і в певній мірі є й досі усталена в автобусобудуванні практика повсюдно використовувати двовісну (двомостову) схему шасі (колісну формулу 4×2.2), що у разі створення ТРР автобусів різної довжини, пасажиромісткості (а тому — різної повної маси)

зумовлювало вимушене застосування в конструкціях автобусів керованих і привідних мостів та, звісно, підвісок, що відрізняються вантажністю і, звісно, конструкцією. Через усвідомлення цього факту й на підставі ретельного вивчення негативних особливостей конструкцій автобусів другого покоління, поточних тенденцій розвитку конструкторських ідей та патентно-ліцензійної ситуації у світовому автобусобудуванні, цілком аргументовано визрів проект нового — третього покоління автобусів (див. рис. 2, 4). Новизна відповідних цьому проекту технічних рішень свого часу була зафіксована в авторському свідоцтві СРСР [7], патенті США [8], патенті ФРН [9], а також пріоритетом в Японії. У процесі розкриття новизни технічних рішень за прототип правив автобус GMC принципово нової на той час конструкції [10].



*Рисунок 5 — Приклад ряду міських автобусів другого покоління (O 402, O 405, O 405G MERCEDES-BENZ STANDARD FÜR DIE 90ER JAHRE)*

Саме автобуси третього покоління — це фізичне втілення принципу цілковитої уніфікації конструктивно-технологічної структури шасі й кузова. Ці автобуси формуються (модуються) так званим інтегральним модулем, що поєднує в собі віконну й дверну секції кузова та один міст з колісьми й підвіскою (рис. 6). Саме в такий модуль можна закласти розмірно-параметричні характеристики цілого автобусного ряду, оперуючи вантажністю моста й габаритною довжиною модуля (секції кузова). І залежно від кількості застосованих інтегральних модулів можна будувати автобуси різної довжини (а отже — вантажності, місткості), уніфіковані не тільки за кузовом, але й за шасі. Ступінь уніфікації автобусів третього покоління в рамках модульно-уніфікованого ряду зростає до 80...85 % у разі механічного приводу та 90...95 % у разі електроприводу.



*Рисунок 6 — Загальний вигляд конструктивного розмірно-параметричного кузовного (а) та відповідного йому інтегрального (б) модуля*

Метод модульного (серійного) проектування називають ще «modular design» чи «building block design» англійською та «Baukasten-System» чи «Baustein-System» — німецькою («методом будівельних блоків» чи «системою цеглинок»).

Модуль — це своєрідний моном\*, що в матеріальному естві поєднує в собі все краще на певний час. Можна казати, що він містить в собі генетичний код. А генетичний код не дає, приміром, рослині чи тварині мутаційно відхилитися надто далеко від норми — виродитися. Незважаючи на безмежне ознакове різноманіття людей, жодна з них не може перетворитися на нелюдину. Отож повноцінне множення можливе і бажане саме в рамках роду-типу.

**Про принципи модулювання.** В алгоритм модулювання можна закласти так звану арифметичну прогресію першого порядку (із сталими першими різницями  $\mu$  та якоюсь кількістю  $n$  членів)

$$\begin{aligned} m + (m + \mu) + (m + 2\mu) + (m + 3\mu) + \dots + (m + (n - 1)\mu) &\equiv \\ &\equiv nm + \frac{1}{2}n(n - 1)\mu \equiv \frac{n}{2}(1\text{-й член} + n\text{-й член}) \end{aligned} \quad (1)$$

( $a_1 = m$  — перший член прогресії,  $a_n = m + (n - 1)\mu$  —  $n$ -й член). Відповідно до (1) сума  $n$  членів арифметичної прогресії  $\sum_{i=1}^n a_i$  — це помножене числом  $n$  середнє арифметичне першого й  $n$ -го членів. З трьох сусідніх членів арифметичної прогресії  $a_{i-1}$ ,  $a_i = a_{i-1} + \mu$ ,  $a_{i+1} = a_{i-1} + 2\mu$  один також є середнім арифметичним двох інших:

$$a_i = \frac{a_{i-1} + a_{i+1}}{2} = a_{i-1} + \mu.$$

Розрізняють також середнє гармонічне  $u_2$  додатних  $u_1$  та  $u_3$  [11]:

$$u_2 = \frac{2u_1u_3}{u_1 + u_3}.$$

Виявляється, саме «гармонічно» співвідносяться три сусідні обернені члени арифметичної прогресії:

$$a_i^{-1} = \frac{2a_{i-1}^{-1}a_{i+1}^{-1}}{a_{i-1}^{-1} + a_{i+1}^{-1}} = 2 \frac{\frac{1}{a_{i-1}} \frac{1}{a_{i+1} + 2\mu}}{\frac{1}{a_{i-1}} + \frac{1}{a_{i-1} + 2\mu}} = \frac{1}{a_{i-1} + \mu} = \frac{1}{a_i}.$$

Отож, якщо  $a_{i-1}$ ,  $a_i$ ,  $a_{i+1}$  — члени арифметичного ряду, то обернені  $a_{i-1}^{-1}$ ,  $a_i^{-1}$ ,  $a_{i+1}^{-1}$  — члени гармонічного ряду. Тож можна казати, що арифметичний ряд і впорядковує, і гармонізує множину параметрів.

Звісно, арифметичний ряд може бути й двопараметричним в тому сенсі, що кожен його член відповідатиме формулі

$$a_{ij} = jm + i\mu, \quad i, j = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Важливо, аби різниця прогресії  $\mu$  відбивала в собі факт повторення множини ознак, що характеризують заданий різновид колісного транспорту.

Серед цих ознак мали б існувати певна головна і певна основна ознаки а множина якихось характерних ознак. У разі ТРР міських автобусів, приміром, такими ознаками є: вантажність колісного моста — головна ознака; секційна довжина — основна ознака; сукупно рі-

\* Моно́м (від грец. μονο, μόνος — один, єдиний + ном, νομή — частка, частина, член) — одночлен (порівняймо: біном — двочлен, поліном — багаточлен).

вень підлоги, кількість дверей, діаметр коліс — об'єднана характерна ознака. Саме секційну довжину — основну ознаку — можна легко множити відповідно до арифметичної прогресії.

Визнання існування якихось головніших, конститутивних\* ознак є цілком закономірним. Приміром, перше, на що доводиться орієнтуватись у разі добирання собі, скажімо, телевізора, — це довжина діагоналі екрану, а далі вже може йтися й про широку низку інших також дуже (часом, дуже-дуже) важливих ознак. Отож довжина діагоналі екрану — визначальний, головний параметр (вимірювана числом головна ознака).

Вантажність моста справді є дуже важливим (головним) параметром, і не тільки автобуса. Зменшуючи локальне навантаження на дорожнє полотно, можна заощадити значні ресурси, що йдуть на підтримання в належному стані дорожньої мережі. «Запущений» стан доріг спричиняє надмірну ресурсовитратність транспортного процесу (звісно, провоковане поганою дорогою зношування транспортного засобу — це також зайва ресурсовитратність). До слова, звична двомостова схема шасі (підвоззя) не дає можливості збільшити повну масу автобуса понад 18 тонн через чинні законодавчі обмеження, що лімітують статичне навантаження з боку моста на дорогу. Тож збільшувати вантажність автотранспортного парку доцільно, або множачи кількість транспортних одиниць відносно малої вантажності і з малим навантаженням на міст, або ж підвищуючи вантажність кожної транспортної одиниці, обов'язково збільшуючи при цьому кількість колісних мостів. Використання більшої кількості мостів малої вантажності має стати тенденцією в проектуванні-конструюванні автомобілів. До того ж, в ідеалі всі мости відносно малої вантажності мали б нести однакове номінальне навантаження — надзвичайно важлива вимога до конструкцій транспортних засобів. В такому разі всі мости автомобіля мали б мати однакову кількість однакових коліс, логічно — по два. Такий підхід до проектування-конструювання можна назвати одинарним (односкатним) ошиновуванням шасі.

Щоправда, існує й категорично інша думка: фірма «Гудмо» (Люксембург) у свій час провадила випробування легкового автомобіля на колесах зі здвоєними шинами. Вона наполягала на тому, що здвоєні шини забезпечують автомобілю вищу стійкість на поворотах, краще зчеплення коліс з дорогою. Такі колеса ніби мають меншу масу й більшу надійність-довговічність у порівнянні з рівноцінними традиційними.

Віддавна відома бельгійська фірма Van Hool, приміром, почала потроху знижувати рівень підлоги в міських автобусах ще з 1979 року, а вже 1991 року з'явився перший визнаний низькопідлоговик А300, підлога якого стелилась на висоті 330 мм над долівкою (автобус штибу Nieder-Flur (нім. — низькі сіни) чи Low-entry (англ. — низький вхід)). На зупинках автобус нахилився боком ще на 70 мм. Отож визріла нагальна потреба у низькопідлогових міських автобусах, і задоволення цієї потреби стало однією з ознак новизни (сучасності) покоління автобусів.

Буває, однак, що уніфікованість і унікальність в певному сенсі уживаються поруч.

Свого часу американська фірма Le Trauzneau вдалася до розробки конструкції атомного тягача спеціального призначення [12]. Передбачалося використовувати його як тяговий засіб для великих автопоїздів, що мали б працювати в умовах важкого бездоріжжя (йшлося про перевезення як вантажів, так і людей).

Тягач мав компонування автобуса високої прохідності із двома кабінами водія (і спереду, і ззаду) та працював з 12 причепами-вагонами. У автопоїзда — 52 колеса, його довжина — 135 м, ширина колії — 7 м. Кожне колесо важить 1250 кг. Перша й остання ланки автопоїзда є тяговими й обладнуються ядерними реакторами з турбогенератором. Для запобігання радіоактивного опромінення передбачено потужну ізоляцію. З приводом на всі колеса середня швидкість пересування мала становити близько 35 км/год.

---

\* Конститутивний (від лат. *constitutus* — визначений) — істотний, визначальний, той, що є основною, головною ознакою якоїсь речі, якогось поняття.

Кожне з 52 коліс є електромотор-колесом. Фірма підрахувала, що такий автопоїзд буде дешевшим, аніж 1000 звичайних автомобілів з тією ж загальною потужністю. Армія США тоді замовила фірмі автопоїзд аналогічного компонування для використання в пустелі Sahara. За основний силовий агрегат, щоправда, мав би правити звичайний двигун внутрішнього згоряння й електричні мотор-колеса.

Можна беззастережно стверджувати, що модулівність — це досконалість, визнана раз і назавжди. Вона найімовірніше буде ознакою всіх можливих наступних поколінь автобусів (усякої мобільної, і не тільки, техніки). У разі модулювання у нагоді може стати, приміром, навіть така новітня технологія, як 3D-друкування, що також придатна й до моноблочного продукування матеріальних витворів.

Початок 3D-друкуванню було покладено ще у 1984...1988-х роках у США. Найпопулярнішими й найефективнішими з тих часів технологіями 3D-друку стали: SLA (Laser Stereolithography — технологія високоточного лазерного друку), SLS (Selective Laser Sintering чи селективне лазерне спікання) й FDM (Fused Deposition Modeling — технологія, що виросла на «струминній» основі). Дійшло до того, що Енріко Діні створив гігантський тривимірний принтер D-Shape, здатний надрукувати «заготовку» двоповерхового будинку, включаючи кімнати, сходи, труби... Використовується при цьому лише пісок і неорганічний компунд. Міцність такого матеріалу сумірна із залізобетоном. Друкують меблі, біопротези, деталі до ракетних двигунів, взуття, зброю... — можливості необмежені. Отож здається цілком реальним, що кузов автобуса стане доцільніше модулями 3D-друкувати.

**Модулівне проектування і модульне координування.** Модулівне проектування і модульне координування — це втілення в проекті структури штибу арифметичної прогресії. Кожен наступний більший автобус ТРР формується приєднанням до меншого попереднього одного інтегрального модуля, а кількість модулів визначає довжину й вантажність (місткість) члена (представника) ряду, а весь ряд автобусів виявляється побудованим відповідно до метроритмічної структури арифметичної прогресії (див. (1))

$$a_n = m + n\mu \text{ чи } a_{nk} = km + n\mu \quad (k, n = 1, 2, \dots),$$

так, ніби сукупно передня й задня маски кузова та одна віконна секція кузова, що не має колісних арок, — це перший член прогресії  $a_0 = m$ , а інтегральний модуль відповідає різниці  $\mu$  прогресії (рис. 7; довжина автобуса, що позначена умовно, не обліковує довжини зчпного пристрою). Саме арифметичну прогресію можна вважати змістовно простим алгоритмом програмування типажної різноманітності\*, який власне і гарантує високий рівень уніфікованості автобусів.

Типаж, що править за основний закон для дизайнера, задає структуру автобусного парку країни (а краще — цілого світу), тобто відповідає на запитання «що на догоду суспільству виготовляти?». А виготовляти зазвичай звикли, якщо в загальних словах, автобуси ...малого, середнього, великого, особливо-великого... класів.

Основні вимоги суспільного відтворення — інтенсифікація виробництва, стандартизація і спеціалізація, здійснювана обов'язково на засадах автоматизації. Автоматизація ж не можлива без мінімізації типорозмірів із суттєвим підвищенням рівня уніфікації. Але яким чином цього досягнути, якою має бути відповідь на запитання «як виготовляти?». Відповідь креативного дизайнера — засобами модульного проектування. Але існують принаймні два

---

\* Програмування різноманітності, різномастості (побудову рядів і серій та гармонізацію різних предметів, об'єктів архітектури, музичних творів) проводять часто на основі геометричної прогресії. Коефіцієнт, що співвідносить два суміжні типорозміри, називають знаменником прогресії чи коефіцієнтом зростання. Особливістю геометричної прогресії є те, що у відповідному їй ряді лінійних розмірів деталей відповідні об'ємні, вагові та міцнісні характеристики також шикуються у геометричні ряди (з іншими знаменниками, звісно). Геометрично прогресивний числовий ряд відомий тепер за назвою ряду кращих (переважних) чисел (R).

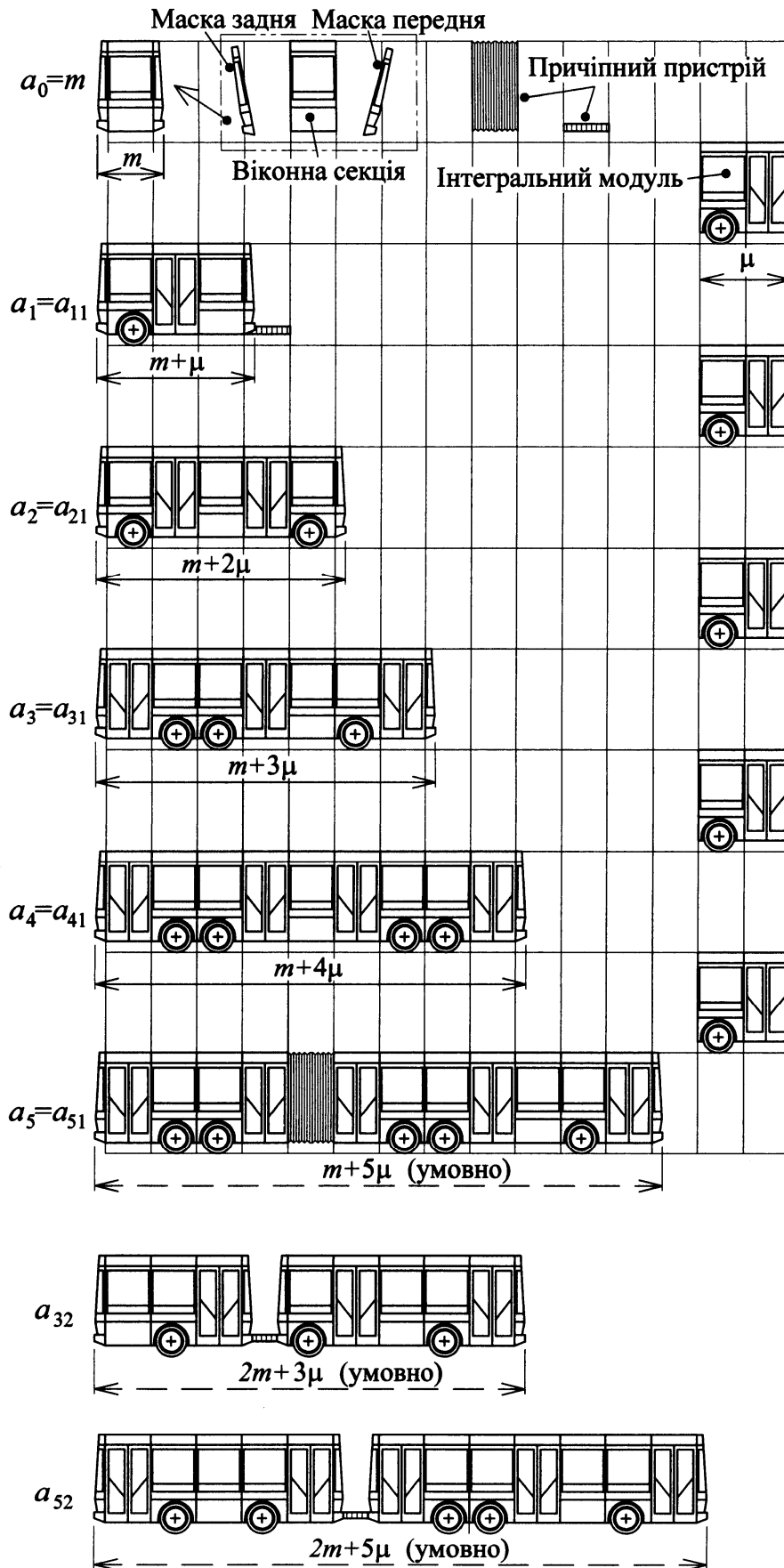


Рисунок 7 — Модульно-блоковий (поліблоковий) принцип формування типорозмірного ряду автобусів із застосуванням інтегрального модуля

розуміння-тлумачення модуля: модуль як складова частина цілого, що сама по собі має певні ознаки цілісності; модуль, що здатен своїм повторенням модулювати корисне різноманіття. Проте бажано, аби не було потреби протиставляти різні трактування модуля. З'ясувалося, що саме метроритмічна структура арифметичної прогресії (2) — об'єктивна основа побудови типорозмірного ряду модульно-уніфікованих міських автобусів, а її різниця у вигляді інтегрального модуля має властивість модулювати, тобто надавати автобусам типорозмірного ряду нові якості (через зміну довжини, місткості), не знижуючи загального рівня їхньої уніфікації (а радше підвищуючи його) [13]. При цьому є сенс ще й брати до уваги автобуси з причепами (на рис. 7 зображені дві можливі структури  $a_{32}$ ,  $a_{22}$  таких автобусів). За допомогою саме них принцип модульності можна впровадити також безпосередньо й у пасажирські перевезення (у технологію пасажирських перевезень). Залучання причіпних ланок у години «пік», та використання одинарних автобусів в інші години доби мало б сприяти за певних обставин підвищенню ефективності використання рухомого складу.

Формування ТРР модульно-уніфікованих міських автобусів створює умови для якнайповнішого втілення цільової настанови «максимум уніфікації — мінімум зведених витрат» у системі суспільного відтворення штибу «проекування-конструювання — виробництво-ремонт — експлуатація-споживання». Проектно-конструкторські роботи при цьому мали б бути принципово зосереджені на створенні ТРР модульно-уніфікованих міських автобусів якнайбільшої вантажності (місткості) з відносно високим (4:1) відношенням кількості стоячих пасажирів до кількості сидячих. І через те, що міські автобуси фактично перевозять не пасажирів як таких, а власне пасажиропотоки, їх шасі та кузови повинні сприймати як щось звичайне короткотривалі перевантаження в години «пік».

Зважаючи на те, що транспортна робота виконується унаслідок взаємодії колеса з дорогою, в основу формування ТРР модульно-уніфікованих міських автобусів покладено допустиме навантаження на одинарне колесо, яке правитиме за головний параметр автотранспортних засобів (АТЗ). Задаючи відповідне значення саме цього параметра можна раціонально співвіднести руйнівну дію колеса на дорогу з отримуваним корисним транспортним ефектом, і саме цей параметр визначає основні конструктивні параметри АТЗ (габарит секції кузова, місткість машини, її допустиму повну масу, розміри коліс тощо). Далі, з параметричних рядів можна відібрати відповідну їм систему модуль-агрегатів, оскільки кожен з параметрів — це своєрідна модульна одиниця (одиниця вимірювання). А вже потім із системи модуль-агрегатів, узгоджених між собою за головним параметром, формується, за відповідною програмою, модуль-агрегатні конструктивно-технологічні структури, здатні продукувати модулювати дво-, три-, чотири-, п'яти-, шестимостові транспортні засоби. Загалом виникає ціла система — своєрідний банк (портфель) проектів модульно-уніфікованих АТЗ із наперед заданими конструктивно-технологічними властивостями, і це дає змогу формувати вельми раціональні і належно «багаті своїм вмістом» типи транспортних засобів.

Якщо, приміром, статична навантага  $G$  діє на відстані  $L/2$  від переднього моста (рис. 8а), то аби всі колеса звичного двомостового автобуса були однаково навантажені, задній міст зі здвоєними колесами (на рис. 8а позначений штриховим колом) має розташовуватись на відстані  $3L/4$  від переднього моста. Саме в такому разі навантага на передні одинарні колеса становитиме  $G/3$ , а на задні здвоєні —  $2G/3$  (вдвічі більше). Якщо задній міст змістити на відстань  $L$  від переднього і його колеса не здвоювати, то знову навантага на колеса мостів буде однаковою, але вона буде більшою —  $G/2 > G/3$  (у півтора разу). Зменшити навантагу на колеса можна за допомогою додаткового моста з одинарними колесами (рис. 8б), розташованого (для прикладу) на місці колишнього звичного моста із здвоєними колесами. Розглядаючи нову схему навантаження мостів як один раз статично невизначену за припущення, що жорсткість всіх підвісок однакова, можна знайти наближений розподіл навантаження, відображений на рис. 8б. Зрозуміло, більше можливостей однаково навантажувати колеса є у разі парної кількості мостів.

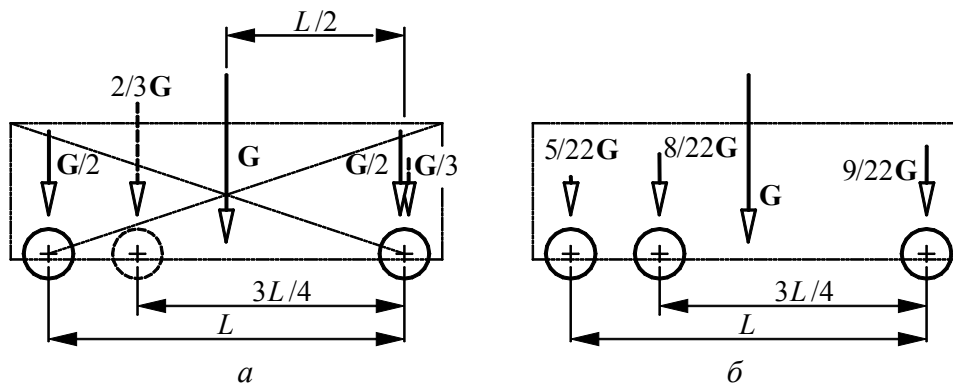


Рисунок 8 — Схема розташування коліс впродовж автобуса

У процесі роботи над ескізним проектом ТРР модульно-уніфікованих міських автобусів у свій, доволі віддалений уже, час було:

- здійснено конструкторське опрацювання теоретичної й дослідницької інформації, яка хоч як стосується формування розмірно-параметричних рядів кузовів й типорозмірних рядів агрегатів шасі окремих автобусів, формування «інтегрального модуля» та методології комплектування базових автобусів та їхніх модифікацій;
- розроблено й захищено Технічне завдання на розробку типорозмірного ряду модульно-уніфікованих міських автобусів;
- побудовано макетні взірці автобусних кузовів, робочого місця водія (конструкцію захищено авторським свідоцтвом), тандемного приводу з двох мостів (з використанням головної передачі серійної вантажівки і проміжного редуктора оригінальної розробки, незалежних підвісок автобуса над керованим й привідними мостами, рульового керування двох керованих мостів);
- проведено порівняльну оцінку руйнівної дії одинарного і зведеного коліс на дорожнього покриття, визначено втрати потужності в трансмісіях автобусів залежно від кількості привідних мостів ТРР порівняно з автобусними трансмісіями, що втілюють двомостову схему (колісну формулу  $4 \times 2.2$ );
- разом з Львівським відділенням інституту економіки АН СРСР проведено науководослідну роботу «Розрахунок економічної ефективності від впровадження у виробництво ТРР МУ середміських автобусів», результати якої загалом окреслюють масштаб економічного зиску від його використання у подальшому як «технічної концепції» у разі створення системи модульно-уніфікованих типорозмірних рядів АТЗ.

Отож масштаби економічної ефективності від використання Системи модульно-уніфікованих типорозмірних рядів автотранспортних засобів (СМУ ТРР АТЗ) як «технічної концепції» планування й координації робіт із проектування, підготовки виробництва, власне виробництва та залучення в національне господарство АТЗ — задає ТРР модульно-модульно-уніфікованих міських автобусів, який є базовим для всієї системи модульно-уніфікованих ТРР АТЗ. Впровадження тільки одного цього ряду принесе вельми значущий зиск\*, у той час, як СМУ ТРР АТЗ передбачає не менше дев'яти таких рядів. Крім цього, кожний із цих рядів, як і базовий ТРР міських автобусів, буде мати 3...4 модифікованих ряди. Так базовий ТРР міських автобусів охоплює, фактично, всю автобусну й тролейбусну техніку й, на додаток, ТРР вантажних дорожніх і повнопривідних машин.

Тому СМУ ТРР АТЗ як «технічна концепція» багатofункційного призначення може правити за технічну концепцію Державної програми створення й розвитку виробництва АТЗ (Типаж СМУ ТРР автотранспортних засобів).

\* Давно перевірено рівень цього зиску: за розрахунками Львівського інституту економіки академії наук України він мав би у 1984 році становити 642,9 мільйона карбованців (у тогочасних радянських цінах).



Незважаючи на значний обсяг виконаної роботи і переконливі технічні, технологічні, економічні аргументи, вибудована в Україні ідеологія формування нового покоління автобусів таки не знайшла на її теренах визнання. І що ж?..

**Типорозмірний ряд міських автобусів EvoPro.** 16...19 жовтня 2013 року на престижному міжнародному автобусному салоні Busworld Kortrijk '2013 угорська фірма групи компаній EvoPro представила на огляд прототип міського автобуса (рис. 9), створеного в рамках проекту типорозмірного ряду EvoPro модульно-уніфікованих міських автобусів (рис. 10).

Типорозмірний ряд автобусів EvoPro побудовано на основі чотирьох функційно самодостатніх секцій-модулів, кузовні елементи (складові) яких передбачено виготовляти із композитних матеріалів:

- робочого місця водія (модуль-кабіни з керованими одинарними колісьми разом з підвіскою, системою керування та сидлом (сидінням) для кондуктора чи пасажера над колісною аркою поряд з водієм);

- суто віконного (довжиною 1500 мм);

- дверного (довжиною 1500 мм);

- заднього привідного (що поєднує в собі силовий агрегат, привідний міст зі здвоєними колесами, підвіску, систему електропостачання, п'ять пасажирських сидінь перед задньою стінкою над моторним відсіком та по парі пасажирських сидінь біля кожної боковини модуля).

Для створення найдовшого (зчленованого) автобуса необхідне застосування особливого (позаоблікового) модуля з механізмом зчленування.

**Перспектива.** Незважаючи на існування у виробничих програмах багатьох провідних автобусовиробників типорозмірних рядів міських автобусів, рівень уніфікації яких сягає 70...75 %, все ж у значній мірі виробництво кузовів залишається моноблочним. Моноблочні кузови типорозмірного ряду міських автобусів характеризуються високим рівнем уніфікації їх деталей і складальних виробів та виготовленням складових частин кузовів (таких, як каркас основи, каркаси лівої і правої боковин, каркас даху, панелі, див., до речі, рис. 1) із застосуванням індивідуального стапельного оснащення, кількість типорозмірів якого збігається з кількістю типорозмірів автобусів того чи іншого типорозмірного ряду (типорозміри автобусів зазвичай визначають їх габаритною довжиною).

До того ж, сучасне автобусобудування, особливо коли йдеться про новітні моделі автобусів і тролейбусів великого (довжиною понад 10,0 до 12,0 м) і особливо великого (одинарних — довжиною понад 12,0 до 15,0 м та дволанкових — довжиною до 18,75 м) класів, орієнтоване на використання у конструкціях машин керованих, привідних, підтримувальних мостів, розрахованих на максимально допустимі навантаження до 10,0 т у разі застосування одинарних і до 11,5 т у разі застосування здвоєних коліс. Ця тенденція обумовлена цілком вмотивованим бажанням якнайсуттєвіше збільшити пасажиромісткість автобусів і тролейбусів, залишаючись при цьому у межах їх регламентованої габаритної довжини (у рамках відповідного класу). Здвоєні колеса, згадаймо, використовуються і в типорозмірному ряді міських автобусів EvoPro.



Рисунок 9 — Прототип автобуса EP092



Модель автобуса	Кількість модулів	Місткість для сидінь/ /загальна	Повна маса, кг	Кількість дверей (двостулкових)	Габаритна довжина, м
EP062	4	18/27	7900	1	6,2
EP077	5	20/45	9000	2	7,7
EP092	6	26/54	10400	2	9,2
EP107	7	28/71	13000	3	10,7
EP170	10 (зчленований сільфоном, зчпною «гармошкою»)	45/116	18000	4	17,0

*Рисунок 10 — Макет модульно-уніфікованого міського автобуса та параметри типорозмірного ряду, якому він належить*

Та загалом є підстави вважати, що на сьогодні у практиці світового автобусобудування широко застосовуються принципи уніфікації, притаманні автобусам аж ніяк не другого, а радше третього покоління. У виробничих програмах провідних європейських фірм фігурують типорозмірні ряди міських автобусів, для яких характерні основні ознаки автобусів саме третього покоління — великий ступінь уніфікації як за елементами і складовими частинами кузовів, так і за агрегатами трансмісій і ходових частин (рис. 11).

Відображений на рис. 11 типорозмірний ряд шести міських низькопідлогових автобусів Albino 9,6, Urbino 10, Urbino 12, Urbino 15, Urbino 18 та Urbino 18,75 польської фірми Solaris вибудований на засадах широкої уніфікації складових частин їх кузовів та використанні в конструкціях автобусів однакових керованих, привідних та підтримувальних мостів, які у різних моделях автобусів сприймають різні навантаги — в межах від 60 до 100 % від допустимої на міст того чи іншого штибу. Звісно, оскільки пропонована тут (у цій статті) система модульно-уніфікованих міських автобусів, що побудована за багатомостовою схемою, забезпечує якісно вищий рівень їх уніфікації на основі застосування максимально уніфікованих керованих, привідних та підтримувальних мостів розрізного штибу та при цьому двох, трьох,

чотирьох мостів з одинарними колесами й майже однаковими навантагами на мости автобусів всіх типорозмірів, то такі автобуси, як виразники закладеної в них радикальної інновації, повинні бути віднесені до автобусів наступного вищого, себто четвертого покоління. Прикладом часткового (неповного) втілення принципів уніфікації автобусів четвертого покоління є типорозмірний ряд міських автобусів EvoPro, які складаються із максимально уніфікованих функційних модулів, але яким притаманний згадуваний недолік — помітно різні навантаги на одні і ті ж (можливо, й максимально уніфіковані) керовані та привідні мости, що відрізняються й конструктивно.

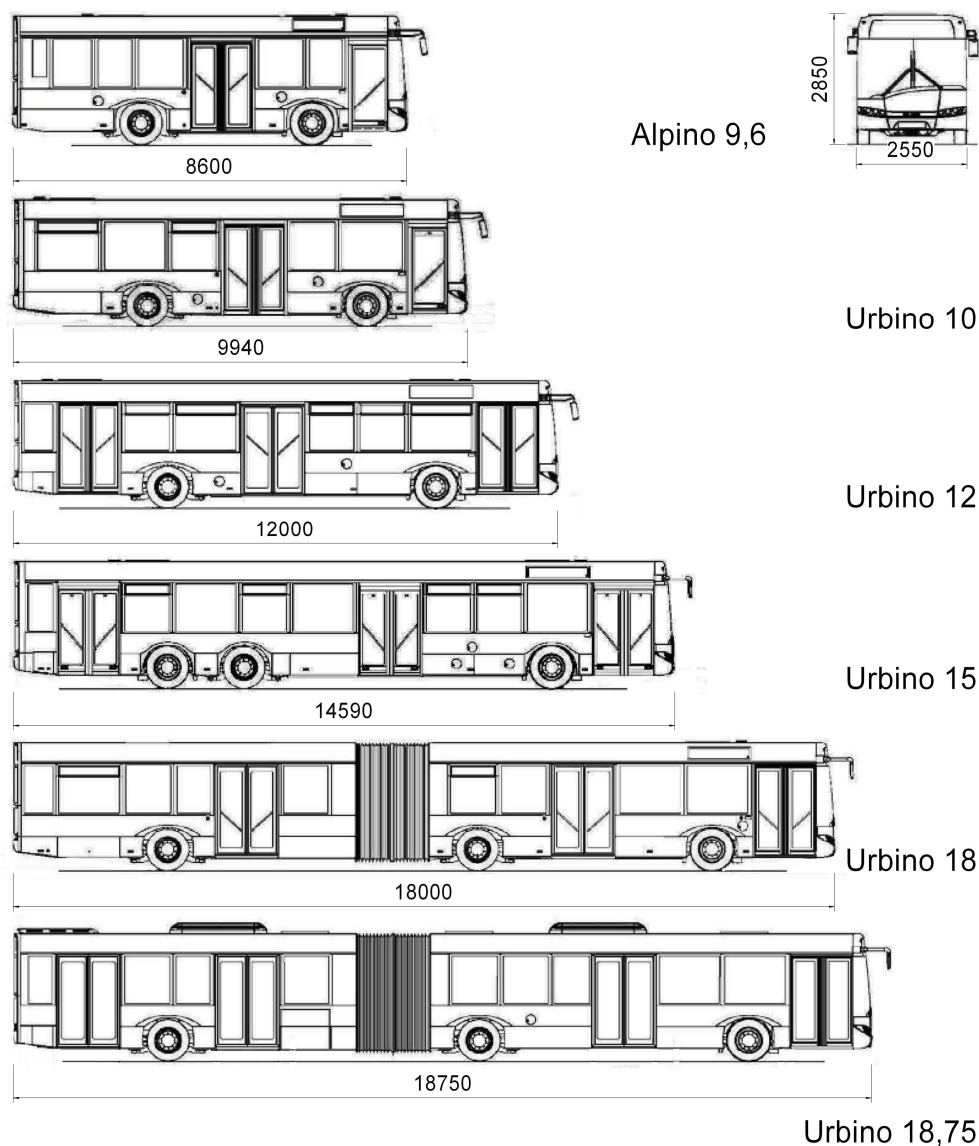


Рисунок 11 — Типорозмірний ряд автобусів третього покоління

Звісно, задекларований тут алгоритм втілення арифметичної прогресії помітно обмежує множину модульованих автобусів. Але незначні відхилення від цього алгоритму дають змогу побудувати найрізноманітніші несогірші типорозмірні ряди міських автобусів, рис. 12,...,15 (ІМ — інтегральні модулі (що не цілком відповідають один одному), ВС — віконна секція, ПС — причіпна секція, КСА — колісна секція автобуса (не шасі)). Спотворення арифметичної прогресії призводять подекуди до «руйнування» інтегрального модуля в конструктивному сенсі.

Відхилення від арифметичної гармонії в зазначеному щойно сенсі тк чи інакше неминучі. Бо одночасно доводиться оперувати поняттями структурного (проектного) модуля, конструктивного модуля, конструкційного модуля, функційного (функціонального) модуля, технологічного модуля... А ці поняття принципово не можуть збігатися. Тож неминуче виникатиме потреба зближення штучними засобами цих понять, а це обов'язково стане причиною спотворень.

**Резюме.** Досконалість автобусної техніки доречно виміряти генераціями: якщо якусь множину машин виникли підстави віднести до нового покоління, то це рівнозначне суспільному визнанню принципово вищого рівня їх досконалості. За найважливіший критерій-ознаку найновішого покоління автобусів сьогодні має правити рівень їх уніфікації, під якою слід розуміти систему заходів, спрямованих на згортання в техніці необгрунтованого й нецікавого різноманіття, на відбір і множення кращих представників з множин різних технічних рішень, конструктивів, типів, форм, пропорцій, розмірів тощо. Вона веде до помітного зростання рівня серійності відтворення кращого-досконалішого, а відтак — до технологічної й виробничої уніфікації. В межах модульно-уніфікованого ряду автобусів рівень уніфікації, виявляється, зростає до 80...85 % у разі механічного приводу та до 90...95 % у разі електроприводу.

---

Два інтегральні модулі ІМ.  
Приблизно відповідає  
структурі  $a_2 = a_{21}$ ,  
зображеній на рис. 7

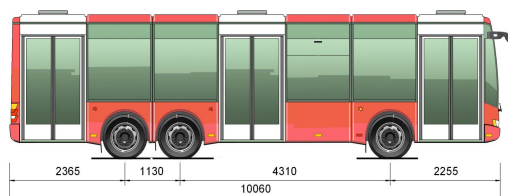
---




---

Три інтегральні модулі ІМ  
Приблизно відповідає  
структурі  $a_3 = a_{31}$ ,  
зображеній на рис. 7

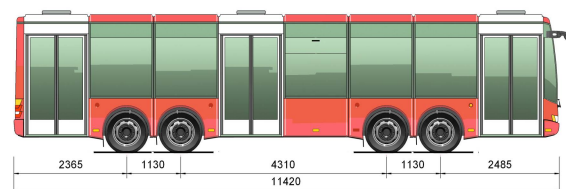
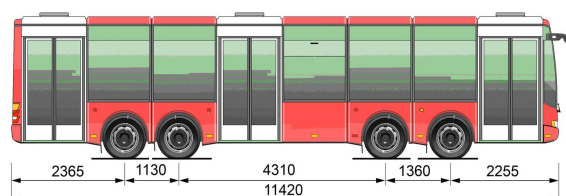
---




---

Три інтегральні модулі ІМ;  
віконна ВС й колісна КСА  
секції

---




---

Чотири інтегральні модулі ІМ;  
дві віконні ВС, колісна  
КСА та причіпна ПС секції

---

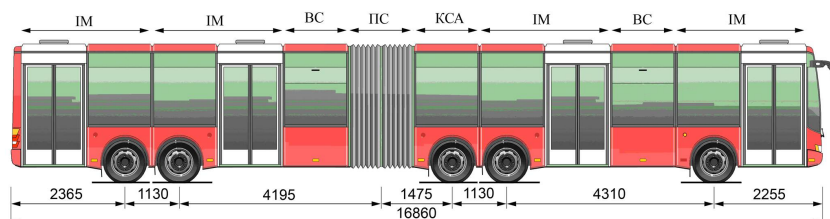
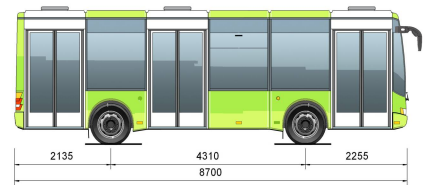


Рисунок 12 — Типоряд міських автобусів з невеликими спотвореннями арифметичної гармонії

---

Містить додаткову дверну секцію

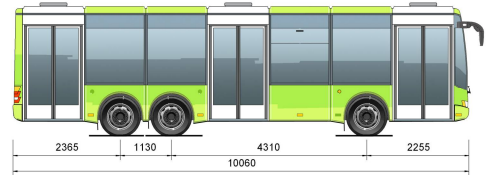
---



---

Містить п'ять перших секцій першого члена ряду та інтегральний модуль

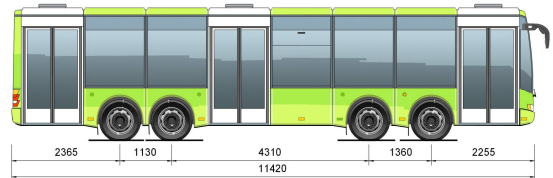
---



---

Містить дві перші секції двох попередніх членів ряду та п'ять останніх секцій попереднього члена

---



---

Містить шість секцій другого члена ряду та п'ять останніх секцій другого й третього членів

---

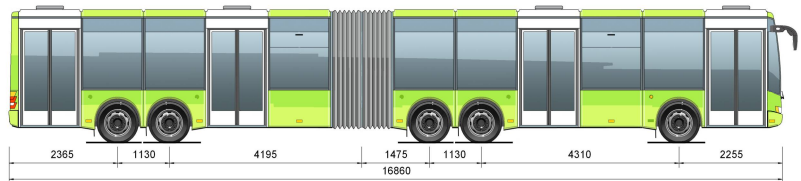


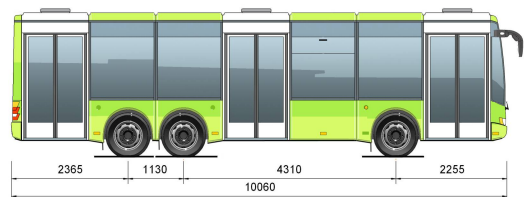
Рисунок 13 — Типорозмірний ряд міських автобусів, основний (перший) член якого містить додаткову дверну секцію (інтегральні модулі не цілком відповідають один одному)

---

---

Містить три інтегральні модулі (див. другий член ряду на рис. 12)

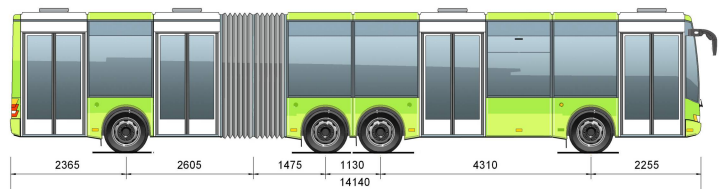
---



---

Містить весь перший член ряду за винятком його останньої секції

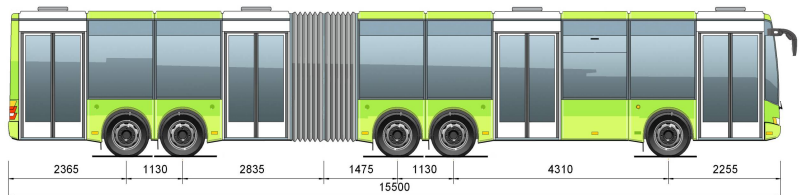
---



---

Містить весь другий член ряду за винятком його останньої секції

---



---

Містить цілком першу ланку двох попередніх членів ряду

---

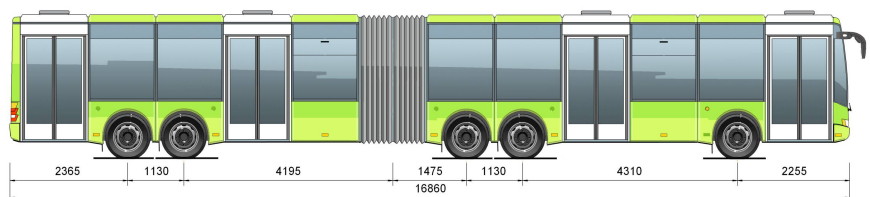
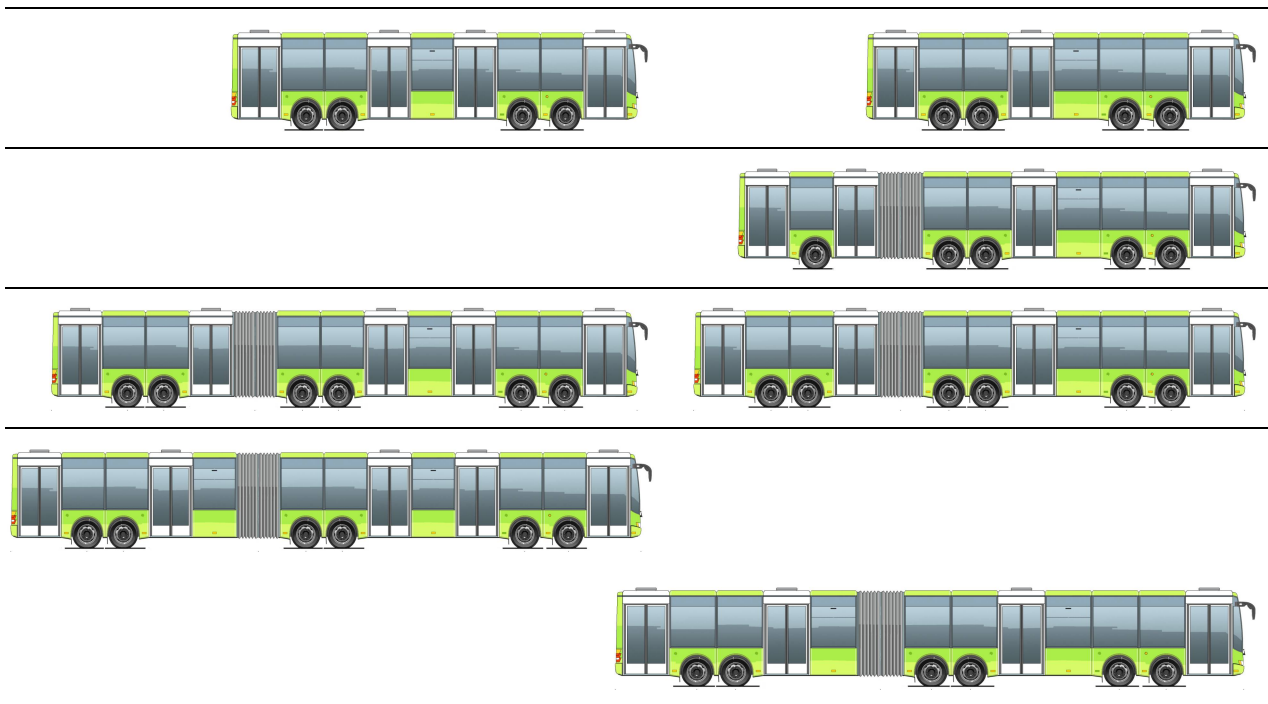


Рисунок 14 — Типорозмірний ряд міських автобусів з основним представником на трьох мостах (інтегральні модулі не цілком відповідають один одному)

---



Перший варіант  
Довжина 12780...19580 мм

Другий варіант  
Довжина 11420...18220 мм

*Рисунок 15 — Варіанти типорозмірного ряду міських автобусів з основним (першим) представником на чотирьох мостах (ліворуч вісім, а праворуч сім перших секцій є спільними для всіх представників ряду)*

З'ясовано, що метроритмічна структура арифметичної прогресії штибу

$$a_n = t + n\mu \text{ чи } a_{nk} = kt + n\mu$$

( $k, n = 1, 2, \dots$  — натуральні числа), де  $\mu$  — різниця прогресії (основний модуль),  $t$  — деякий «нульовий» модуль, — об'єктивна основа побудови типорозмірного ряду модульно-уніфікованих міських автобусів, а її різниця у вигляді інтегрального модуля має властивість модулювати, тобто надавати автобусам типорозмірного ряду, нові якості (через зміну довжини, місткості, вантажності), не знижуючи загального рівня їхньої уніфікації (а радше підвищуючи його). У разі типорозмірного ряду міських автобусів найважливішими ознаками є вантажність колісного моста, секційна довжина, рівень підлоги, кількість дверей, тип та діаметр коліс. Власне секційну довжину — основну ознаку — можна легко множити відповідно до арифметичної прогресії.

Можна стверджувати, що світове автобусобудування ще не у повній мірі дійшло до втілення принципів модульності, задекларованих ще на початку 1980-х років в Україні. Продуковані досі автобуси не належать власне до автобусів проектного (поки що!) четвертого покоління, тобто не є у повній мірі 4G-автобусами (G — означає «генерація»). Тому застосовуючи одинарні колеса (що спрощує формування раціонального інтер'єру салону) та дотримуючись стратегії зменшення допустимого навантаження на мости автобусів і тролейбусів до 6,0...7,5 т або навіть ще суттєвіше (з метою мінімізації руйнівної дії міських транспортних засобів на покриття вулиць і на їх інженерні споруди), є можливість, до того ж, ще у більшій мірі підвищити рівень уніфікованості конструкцій, спираючись при цьому на окреслену тут арифметичну гармонію.

### Список літератури:

1. **Руководство** к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®) — Пятое издание. — USA: Project Management Institute. Global Standard, 2013. — 586 с.
2. **Шумпетер Й. А.** Теория экономического развития. — М.: Прогресс, 1982. — 401 с.
3. **Шумпетер Й. А.** Капитализм, социализм и демократия: Пер. с англ. / Предисл. и общ. ред. В. С Автономова. — М.: Экономика, 1995. — 540 с. — (Экон. наследие).
4. **Norman D. A., Verganti R.** Incremental and radical innovation: Design research versus technology and meaning change // *Design Issues*. — 30 (1). — P. 78—96. Режим доступа: <http://jnd.org/dn.mss/Norman%20%26%20Verganti.%20Design%20Research%20%26%20Innovation-18%20Mar%202012.pdf>. Access date: June 26, 2014.
5. **Крайнев А. Ф.** Идеология конструирования. — М.: Машиностроение, 2003. — 384 с.
6. **Экономические проблемы** производства автомобилей / Б. В. Власов, А. Ф. Дергачев, Г. Б. Кац, А. А. Невелев, Е. Д. Соколина. — М.: Машиностроение, 1971. — 272 с.
7. **Транспортное средство** модульной конструкции. Авторское свидетельство СРСР № 931568, М. Кл. В 62 D 47/02, В 62 D 23/00 / В. К. Белик, Б. В. Курач, Я. С. Трач // Заявл. 20.07.77, 2532945/27-11. Опубл. 30.05.82. — Бюлл. № 20. — 5 с.
8. **Module element** of city bus or like vehicle and bus assembled on the basis of such module elements. United States Patent Number: 4,469,369; Int. Cl. B62D 23/00, B62D 31/02, B62D 47/02; U.S. Cl 296/197, 105/329 R, 105/393, 296/178; Field of Search 296/29, 178, 196, 197; 105/329 R, 393 / Vladimir K. Belik; Bogdan V. Kurach; Yaroslav S. Trach // Appl. No.: 572,954; PCT Filed: Mar. 7, 1980; PCT No.: PCT/SU80/00043; § 371 Date: Nov. 4, 1981; § 102(e) Date: Nov. 4, 1981; PCT Pub. No. WO81/02555; PCT Pub. Date: Sep. 17, 1981; Related U.S. Application Data Continuation of Ser. No. 320,965, Nov. 4, 1981. abandoned. Date of Patent: Sep. 4, 1984. — 7 p.
9. **Baustein eines Stadtomnibusses** oder eines ähnlichen Fahrzeuges und ein auf des Basis solcher Bausteine zusammengebauter Omnibus. Deutsches Patentamt № DE 3050288 C2, Int. Cl. B 62 D 47/02 (B 62 D 23/00, B 62 D 31/02) / Vladimir K. Belik, Bogdan V. Kurach, Yaroslav S. Trach // Deutsches Aktenzeichen: P 30 50 288.6-21, PCT Aktenzeichen: PCT/SU80/00043, Veröffentlichungstag-Nr. WO 81/02555, PCT Anmeldetag: 07.03 80, PCT Veröffentlichungstag: 17.09 81, Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: 15.04.82, Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 28.02.85.—7 s.
10. **Gottesman Carl A.** Avtobus contserna GMC printsipialno novoi konstruktsii // Avtomobilnaya promyshlennost SShA. — 1975. — № 8 (20). — С. 5—6.
11. **Гашук П.** Энергопреобразующие системы автомобиля: Идентификация и анализ. — Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. — 272 с.
12. **Fonck Kh.** Aufsehen erregendes kanadisches Projekt: Mit dem Atomtraktor durch die Sahara // Nutzfahrzeug. — 1968. — 20, N 4. — S. 211—212.
13. **Bielik W., Kuracz B., Tracz J.** Moduł konstrukcyjno-technologiczny modułowo-zunifikowanego typoszeregu autobusów // Technologia i automatyzacja montażu. — 1996. — № 2. — С. 21 — 23.

### References:

1. *A Guide to the Body of Knowledge of Project Management* (The fifth edition). (2013). USA: Project Management Institute. Global Standard (in Russ.)
2. Schumpeter, J. A. (1982). *Theory of Economic Development*. Moscow: Progress (in Russ.)
3. Schumpeter, J. A. (1995). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Per. Translated from English. Pre. and gen. ed. V. S. Avtonomov. Moscow: Economica (Econ. Heritage) (in Russ.)
4. Norman, D. A., & Verganti, R. (2014). Incremental and radical innovation: Design research versus technology and meaning change. *Design Issues*, 30(1), pp. 78—96. Retrieved from: <http://jnd.org/dn.mss/Norman%20%26%20Verganti.%20Design%20Research%20%26%20Innovation-18%20Mar%202012.pdf>. Access date: June 26, 2014.

5. Krainev, A. F. (2003). *The ideology of design*. Moscow: Mashinostroieniie (in Russ.)
6. Vlasov, B. V., Dergachov, A. F., Katz, G. B. et al. (1971). *Economic problems of production vehicles*. Moscow: Mashinostroieniie (in Russ.)
7. Belik, V. K., Kurach, B. V., & Trach Ya. S. (1982). Vehicle of modular construction. *Author's Certificate of USSR no 931568, M. Cl. B 62 D 47/02, B 62 D 23/00*. Appl. 07/20/77, 2532945 / 27-11. Publ. 30/05/82. Bull. no 20 (in Russ.)
8. Belik, V. K., Kurach, B. V., & Trach Ya. S. (1984). Module element of city bus or like vehicle and bus assembled on the basis of such module elements. *United States Patent Number: 4,469,369; Int. Cl. B62D 23/00, B62D 31/02, B62D 47/02; U.S. Cl 296/197, 105/329 R, 105/393, 296/178; Field of Search 296/29, 178, 196, 197; 105/329 R, 393*. Appl. No.: 572,954; PCT Filed: Mar. 7, 1980; PCT No.: PCT/SU80/00043; § 371 Date: Nov. 4, 1981; § 102(e) Date: Nov. 4, 1981; PCT Pub. No. WO81/02555; PCT Pub. Date: Sep. 17, 1981; Related U.S. Application Data Continuation of Ser. No. 320,965, Nov. 4, 1981. abandoned. Date of Patent: Sep. 4, 1984.
9. Belik, V. K., Kurach, B. V., & Trach Ya. S. (1985). Building block of a city bus or coach or similar vehicle and assembled on the basis of such building blocks Omnibus. *German Patent Office no. DE 3050288 C2, Int. Cl. B 62 D 47/02 (B 62 D 23/00, B 62 D 31/02)*. German Reference: P 30 50 288.6-21, PCT Application number: PCT / SU80 / 00043, Publication no. WO 81/02555, PCT Filing date: 07.03 80, PCT Publication: 17:09 81 Publication of PCT Application in German translation: 04.15.82. Publication date of the patent grant: 28.02.85 (in D.)
10. Gottesman, C. A. (1975). Bus concern GMC Essentially new design. *The automotive industry USA, no. 8(20)*, pp. 5—6.
11. Hashchuk, P. (1998). *Energy conversion system of the car: Identification and analysis*. Kharkiv: RVV KhDADTU (in Russ.)
12. Fonck, Kh. (1968) Sensational Canadian project: With the Atomtractor through the Sahara. *Commercial vehicle, 20, no. 4*, pp. 211—212 (in D.)
13. Bielik, V., Kurach, B., & Trach, Yu. (1996). Module construction and technology-unified series of buses. *Technology and automation installation, no. 2*, pp. 21—23. (in Pl.)

