

Ю.Р. Петровська, А.М. Москалюк

*Національний університет «Львівська політехніка», Україна***ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Розкрито принципи формування предметно-просторового середовища в Новій українській школі, відповідно до нових концептуальних засад реформування. Проаналізовано можливості конструювання меблів через використання адитивних технологій виробництва, що стають більш доступними для широкого кола споживачів, а виконання навчального та методичного обладнання методом 3D друку відкриває додаткові можливості для формування індивідуального предметно-просторового середовища. Окреслено шляхи поєднання традиційного серійного виробництва шкільних меблів та обладнання із новими 3D технологіями, що в результаті роблять навчальне середовище більш технологічним, екологічним, виразним та унікальним. Висвітлено методи набуття екологічної грамотності учнів та можливості використання принципів універсального дизайну задля формування інклюзивного освітнього середовища.*

**Ключові слова:** *освіта, школа, предметне середовище, інклюзія, адитивні технології, 3D друк, універсальний дизайн, екологія, вторинна переробка.*

**Постановка проблеми**

Згідно нових принципів реформування загальноосвітніх шкіл, предметне середовище повинно сприяти навчанню, мотивувати до критичного мислення, навчати працювати в команді, спілкуватися в багатокультурному середовищі, розвивати екологічну грамотність та сформувати в учнів важливі технологічні компетентності. Нові орієнтири у реформуванні освітньої сфери передбачають зміни не лише у комунікації між учасниками навчального процесу, методах викладання, але й у креативній зміні предметного середовища, як осередку успішної самореалізації особистості. Це один із інструментів забезпечення успіху нової української школи. Спрямованість учнів до технологічних інновацій повинна відбуватися не лише на рівні інформаційно-комунікаційних технологій, але й у предметно-просторовій взаємодії, сприяючи розвитку творчої особистості. Новітні технології стрімко розвиваються, а їх вироби та обладнання займають свою нішу у різних галузях. Адитивні технології виготовлення меблів та обладнання стають доступними для більш великого кола споживачів, а виготовлення такого обладнання відкриває широкі можливості для дизайнерів. Саме такі інноваційні методи мають змогу впроваджуватись в інтер'єр нового освітнього середовища, що відповідатиме потребам інклюзивності, універсального дизайну та екологічним принципам виховання молодого покоління.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Рішенням колегії Міністерство освіти і науки України у 2016 р. опубліковано версію “Концептуальних засад реформування середньої освіти”, в якій окреслено можливі конфігурації майбутньої української школи [1]. Група науковців визначили методи підготовки майбутніх вчителів через впровадження інноваційних моделей навчання та нових підходів до організації освітнього процесу [2]. В результаті проведеного опитування учнів, з'ясовано ключові параметри дизайну, завдяки яким досягається зростання якості академічного навчання [3]. Науковець Neuza Pedro розкрив тематику, що стосується зміни стереотипного дизайну інтер'єрів навчальних класів, через впровадження гнучких конфігурацій меблів та обладнання [4]. Основні проблеми виробництва та конструювання меблів в Україні у статті відобразили дослідники Котуранова Т. В., Лантух О. В., Височенко О. Е., оцінили особливості їх інноваційної діяльності та перспективи його розвитку [5]. Також науковцями охарактеризовані критерії конструювання меблів для гнучкого навчального середовища, в умовах обмеженої площі класного приміщення [6]. Ергономічні та естетичні вимоги до проектування меблів у навчальних закладах сформовано дослідником Шевченко Т.В. [7]. Аналіз розвитку сучасних адитивних технологій в різних сферах людського життя висвітлив Гречко О. [8] Формування інклюзивного предметно-просторового середовища з використанням технології 3D-друку у

своїх публікація трактував Альніков Є. М. [9,10]. Bursak Altaу визначив, що розуміння та усвідомлення інклюзивного дизайну має бути невід'ємною частиною освітньої програми в програмі навчальних дисциплін [11]. Сучасний стан та перспективи розвитку 3Д друку розкрито у доповіді науковця Фень К.В. [12] та інших дослідників [13, 14]. Herman Lundgren звернув увагу на виконання меблів через 3Д друк для навчального середовища, на основі аналізу потреб групи опитаних користувачів освітнього процесу [15].

### Мета статті

Висвітлити можливості трансформації існуючого навчального предметного середовища загальноосвітніх шкіл, відповідно до нових концептуальних засад реформування. Розглянути перспективи використання сучасних адитивних технологій для конструювання меблів та обладнання, згідно принципів формування освітнього середовища в Новій українській школі. Окреслити методи дотримання положень універсального дизайну через впровадження нових адитивних технологій. Розкрити потенційний розвиток екологічної грамотності в учнів, як один із складників світогляду та освіченості.

### Виклад основного матеріалу

**Вимоги до предметного навчального середовища.** Згідно затверджених принципів формування сучасного освітнього середовища в Новій українській школі, Міністерство освіти і науки запропонувало впровадити ряд змін в організацію предметно-просторового середовища закладів освіти, задля розвитку в учнів творчих здібностей. Такі трансформації підлягатимуть насамперед предметному середовищу, через введення нових програм та додаткових засобів для організації навчального процесу [1]. Сучасна педагогіка висуває нові вимоги до організації освітнього середовища, однією з яких є створення можливостей для гнучкої організації навчання. Сьогодні не усі приміщення шкіл в Україні дозволяють в повній мірі запроваджувати такі форми, саме тому найбільш перспективним вважається розробка та запровадження нових моделей учнівських меблів, що створені на принципах універсальності та багатофункціональності [6].

**Конфігурації меблів та обладнання.** Спільна діяльність учнів в класі повинна заохочувати до співпраці та до обговорення, яке є основою усіх інновацій. Важливою складовою для забезпечення навчального підходу є безпосередньо меблі та обладнання: мобільні робочі місця для проведення групових та індивідуальних експериментальних

досліджень, трансформовані перегородки, що дозволяють організувати спільну роботу та доступ учнів до різного обладнання чи пристроїв. Інноваційні меблі для класів забезпечують гнучкість і різноманітність, допомагаючи мінімізувати проблеми навчання [2]. Меблі для учнів у навчальних закладах повинні відповідати певним характеристикам, в процесі їх використання чи трансформації. До таких умов відносять адаптацію меблевого виробу до особистих параметрів дітей чи персоналу закладу; зміну призначення, проте без додаткової зміни його форми; трансформацію під ергономічні та фізіологічні особливості дитини під час навчання; можливість компактного методу зберігання для економії навчального середовища. Згідно вимог формування середовища «Нової української школи», різноваріантні конфігурації меблів повинні сприяти мотивації до навчання, тому бути рухомими, задля розташування їх півколами чи секторами. До таких виробів відносять меблі, створені за принципом модульності чи комбінування, які можуть змінювати призначення без зміни форми – для створення комфортних умов навчання в невеликих групах [6].

Підбір та місце розташування навчального обладнання відіграють важливу роль у вдосконаленні освітнього процесу, успішності та здоров'я учнів. До предметів навчального обладнання належать: меблі, серед яких навчальні парти та лабораторні столи, книжкові шафи та стелажні секції, дошки, фізкультурне обладнання, підручники, наочні посібники та письмове приладдя. При виборі навчального устаткування слід враховувати анатомо-фізіологічні потреби дітей та підлітків, а також безпечність та естетичність продукції [2].

**Вимоги до конструювання меблів та обладнання.** Обов'язкова відповідність державним стандартам та технічним умовам усіх меблів та обладнання при формуванні навчального середовища для дітей у загальноосвітніх закладах є зазначеною у вимогах Міністерства освіти і науки України [16]. Серед основних вимог до даних виробів вказано забезпечення їх показниками ергономічності, безпечності, форми та розмірів, міцності, ваги, кольору, естетичності та ціни. Столи для учнів та стільці, як стаціонарні, так і регульовані повинні передбачати у своїй конструкції підставки для технічних засобів навчання, можливість регулювання висоти та кутів нахилу стільниці. Якщо розглянути параметри безпечності виробів, то їх виготовлення повинно виконуватися із матеріалів, дозволених МОЗ України, конструкція повинна бути стійкою без гострих кутів, з матовим покриттям стільниці. Форма та розміри виконуватися дотриманням умов ДСТУ ГОСТ

22046:2002 «Меблі для навчальних закладів». Параметру міцності відповідає принцип довговічності виробу, його стійкість до миючих засобів природного походження, тому додатково при їх конструюванні необхідно максимально враховувати збільшення гарантійного терміну для їх експлуатації. Оскільки конструкції меблів повинні забезпечувати швидку трансформацію та переміщення виробів в межах навчального класу, то їх вага повинна бути невеликою, задля того щоб зміну форм таких елементів могли виконувати діти самостійно чи з допомогою вчителя. Для колірної вирішення у вимогах вказано, що покриття лицьових поверхонь повинно відбуватися світлими відтінками теплих кольорів, відповідно за естетичну складову таких виробів відповідальність несуть спеціалізовані виконавці (конструктори та дизайнери).

**Використання адитивних технологій виробництва меблів та обладнання.** Стає актуальним питання зміни традиційних форм освіти, оновлення сталих методик, через використання новітніх засобів у навчальному процесі та впровадження сучасних технологій [2]. Для створення навичок наукової діяльності та винахідництва, в процесі організації модерного освітнього середовища, необхідне впровадження нових ІТ-технологій, мультимедійних засобів, оновлення лабораторних класів, що дозволять в майбутньому додатково засвоювати нові знання, набувати нових вмінь і навичок, у сфері сучасних технологій [1]. Спеціально обладнаний інноваційний освітній простір передбачає застосування різних методів навчання, які відрізняються і щоденно розвиваються [2].

Найбільш швидкою та доступною формою адитивного виробництва на даний момент є 3Д принтери [12]. Це пристрої, які здатні створювати тривимірні об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу за допомогою певної керуючої програми, що повторює контури цифрової моделі [8]. З кожним роком тривимірний друк стає все більш доступним для звичайного споживача. Дана технологія відкрила широкі можливості в дизайні, саме тому багато експертів прогнозують створення меблевого виробництва нового типу, яке не лише спеціалізуватиметься на декількох видах продукції, а зможе виробляти будь-які речі завдяки їх різноманітності. Зазвичай, як матеріал використовують термопластики, які завантажують в принтер у вигляді спеціальних котушок, ниток або прутиків. Переважна більшість сучасних базових 3Д принтерів використовує саме цей метод [12]. Реалізовані 3Д меблі можуть мати різний дизайн – бути виконані в єдиному стилістиці, або ж створювати синтез, неординарної форми, при цьому

мати невисоку собівартість. Такі властивості виробів відкривають для нас широкий спектр можливостей задля пошуку несподіваних дизайнерських рішень [14]. Переваги виробництва інноваційних меблів за допомогою 3Д принтеру полягають у індивідуальності таких виробів, креативності ідеї, коротких термінах виробництва, можливості використання як із сучасних матеріалів, так із вторинної сировини, мають тривалий термін експлуатації, широкий вибір асортименту та кольорової гами готової продукції. Саме такі характеристики меблів та обладнання найбільш широко забезпечуватимуть навчальні потреби та якнайкраще доповнюватимуть освітнє предметно-просторове середовище [5]. Завдяки своїм особливостям технологія 3Д друку робить формування предметно-просторового середовища сучасним, технологічним, екологічним, економним, виразними та оригінальними [9].

**Формування інклюзивного освітнього середовища.** Загальною естетичною властивістю всіх об'єктів та матеріалів, створених за технологіями 3Д друку, є можливість перетворення, трансформації художнього образу предметно-просторового середовища, що є обов'язковим складником інклюзивного рішення [9]. Практика проектування показує, що меблі, створені з використанням технології 3Д друку вони домінують при створенні інклюзивного середовища, саме тому відповідають перспективним напрямкам їх впровадженням і потребують більш ширшого вивчення, як на теоретичному, так на практичному рівнях [16].

Принципами інклюзивного дизайну є можливість рівноправного використання меблів та обладнання усіма користувачами, забезпечення безпечної та простої експлуатації, дотримання принципів універсального дизайну, гнучкість при експлуатації. Учасники освітнього процесу з обмеженими фізичними можливостями повинні мати змогу комфортно використовувати дані вироби незалежно від положення тіла, його габаритів і своєї мобільності. Усі ці принципи можна реалізувати, використовуючи поєднання як традиційного виробництва, так і технології 3Д друку, який розширює перспективи виготовлення меблів та обладнання під час комплексного формування універсального середовища. За допомогою властивостям матеріалу (міцність, гнучкість, прозорість та теплопровідність), з якого виконують об'єкти дизайну технологією 3Д друку, досягається їх інклюзивність. Додатково застосування методів модульності, конструювання та масштабування, скорочення часу друку та вартості меблів через дизайн сітчастої структури, надання естетичних

властивостей об'єктам, дозволяє технологіям 3Д друку стати домінуючими у формування інклюзивного предметно-просторового середовища [10].

**Екологічна складова виробництва меблів та обладнання для освітнього середовища.** Згідно ключових компетентностей, які повинні здобути учасники освітнього процесу Нової української школи – це екологічна грамотність, що дає змогу сформуванню особистість, котра уміє раціонально використовувати природні ресурси, усвідомлює важливість дбайливого ставлення до навколишнього середовища задля збереження свого життя і здоров'я та оточуючих [1]. Екологічна компетентність визначний складник світогляду учнів, тому повинен формуватися в процесі набуття екологічної грамотності. Вона являє собою систематичну педагогічну діяльність, спрямовану на розвиток екологічної освіченості, зокрема накопичення знань, формування цінностей та моральних особистісних якостей у реалізації природоохоронної роботи [17].

Зі зростанням технологічності виробництва меблів та обладнання, споживачі розпочали формувати нові запити, які стосуються екологічності виробів, раціональному споживанні природних ресурсів, оскільки все частіше турбує думка не лише з якого матеріалу виготовлені меблі чи обладнання, проте як це впливає на навколишнє середовище [14]. Особливості технології 3Д друкування полягають у можливості створення високоякісних прототипів та невеликих виробів практично необмеженої складності з екологічно безпечних матеріалів. Також перевага даної технології у практично повній відсутності забруднення навколишнього середовища, оскільки немає промислових відходів виробництва та можливою є вторинна переробка вже надрукованих предметів. Таке використання екологічно безпечних матеріалів сприяє підвищеній екологічній безпеці та виховує в дітей культуру екологічної поведінки [9]. Матеріал для 3Д друку, який зазвичай використовують при виробництві – Поліетилентерефталат. Перевагами таких виробів можна назвати гнучкість та міцність елементів, їх зносостійкість, невисока собівартість, легкість, харчова безпека та можливість до вторинної переробки продукції. Саме ці якості відповідають вимогам до меблів та обладнання при формуванні предметно-просторового середовища у загальноосвітніх навчальних закладах.

## Висновки

Відповідно до нових концептуальних засад реформування Нової української школи розкрито принципи формування предметно-просторового середовища. Вони полягають у трансформованому та

багатоваріантному навчальному середовищі, що забезпечується гнучкими інноваційними меблями та обладнанням, різноманітними конфігураціями мобільних навчальних місць для проведення групових та індивідуальних занять, що в комплексі сприяє розвитку проектної, командної діяльності, спрямовує на розвиток дитини і мотивації її до навчання. Предметно-просторове середовище, побудоване за комбінаторним принципом, є змістовно насиченим, багатофункціональним та варіативним.

Можливості конструювання меблів та обладнання, через використання адитивних технологій виробництва, дають можливість створення індивідуальних, креативних, сучасних виробів за короткі терміни виготовлення. Використання тривимірного друку є альтернативою традиційному малосерійному виробництву. Завдяки своїм особливостям ці технології виготовлення меблів, вироби яких мають тривалий термін експлуатації, широкий вибір асортименту та кольорової палітри, можуть застосовуватися, як з сучасних матеріалів, так із вторинної сировини. Саме такі меблі та обладнання якнайкраще доповнюють освітнє предметне середовище та роблять його більш технологічним, екологічним, виразними та оригінальним.

Набуття екологічної грамотності учнями та розуміння раціонального використання природних ресурсів досягається через педагогічну діяльність, що спрямована на розвиток екологічної освіченості. Це відбувається не лише через накопичення знань, але й через використання виробів з екологічно безпечних матеріалів безпосередньо у загальноосвітніх навчальних закладах, з якими вони взаємодіють. Це виховує в дітей культуру екологічної поведінки. Завдяки адитивній технології 3Д друку, меблі виготовляються із органічних матеріалів, що мають рослинне біопоходження або вторинно переробляються. Такий безпосередній контакт учнів з новітніми засобами дизайну дозволяє набути екологічних компетентностей. Також технології 3Д друку дають широкі можливості формування інклюзивного освітнього предметно-просторового середовища, адже індивідуальне виготовлення виробів, дозволяє якнайширше впровадити принципи універсального дизайну.

## Перспективи подальших розвідок

Планується розширювати наукові розвідки шляхом проведення додаткового опитування учнів загальноосвітніх шкіл щодо використання меблів у їх навчально-дозвільному середовищі, виконаних за допомогою технології 3Д друку. Його аналіз виявить характер змін у сприйнятті учнів при

впровадженні такого типу обладнання. На основі висновків та рекомендацій додатково планується виконання проектної розробки набору меблів, виконаних з використання адитивних технологій, на прикладі предметного середовища одного із навчальних осередків міста Львова.

### Література

1. Концептуальних засад реформування середньої освіти концептуальні засади реформування середньої школи: Рішення колегії МОН від 27.10.2016 р. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 25.01.2024)
2. Морзе Н. Вембер В., Бойко М., Варченко-Троценко Л. Організація steam-занять в інноваційному класі. Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє середовище сучасного університету». 2020. № 8. С. 88-106.
3. Barrett P., Zhang Y., Davies F., Barrett L. The impact of classroom design on pupil's learning: final results of a holistic multi-level analysis. *Building and Environment*. 2015. Vol. 89. P. 118-133.
4. Neuzza P. Redesigning learning spaces: what do teachers want for future classrooms? *International Conference Educational Technologies (5th, Sydney, Australia, Dec 11-13, 2017)*. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579306.pdf> (date of access: 28.01.2024).
5. Котуранова Т.В., Лантух О.В. Проблеми розвитку та перспективи меблевого бізнесу в Україні. *Економічний простір: збірник наукових праць*. 2021. №175. С. 73-77.
6. Косенко Д.Ю., Жембровська Т.Ю., Чебикіна М.В., Донець К.В. Меблі для гнучкого навчального простору в умовах обмеженої площі класного приміщення. *Технології та дизайн. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2018. №1 (26). С. 1-10.
7. Шевченко Т. Ергономічні вимоги до навчальних меблів та приміщень. *Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : збірник наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці. Полтава, 23-24 квітня, 2020*. С. 88-91.
8. Гречко О.М. Сучасні адитивні технології та 3d-друк. *Огляд останніх досягнень в різних сферах людського життя. Вісник Національного технічного університету. Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика*. 2019. №1. С. 63-75.
9. Альніков Є. М. Проектування інклюзивного середовища з використанням адитивних технологій (3-d друк). *Вісник КНУКіМ. Серія: Мистецтвознавство*. 2019. Вип. 43. С. 181-189.
10. Альніков Є. М. Інклюзивне середовище в Україні, перспективи створення із використанням адитивних технологій (3d-друк). *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 35. С. 4-14.
11. Burçak Altay. *Multisensory Inclusive Design Education: A 3D Experience. An International Journal for All Aspects of Design*. 2017. Volume 20. Issue 6. P. 821-846.
12. Фень К. В. 3D-друк: історія, сучасний стан і перспективи розвитку. *Сучасні інформаційні технології та системи в управлінні: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 19-20 квітня*. 2018. С. 240-241.
13. Svoboda J., Tauber J., Zach M. 3D Print application in furniture manufacturing. *Proceedings of the Digitalisation and Circular Economy: Forestry and Forestry Based Industry*

*Implications, 12th WoodEMA (Varna, Bulgaria September, 11th-13th)*. 2019. P. 131-140.

14. Samykano M., Selvamani S. K., Kadirgama K., Ngui W. K., Kanagaraj G., Sudhakar K. *Mechanical Property of FDM Printed ABS: Influence of Printing*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019. Volume 102. P. 2779-2796.

15. Lundgren H. *Participatory design of a 3D-printed furniture concept for learning spaces: a study of large-scale additive manufacturing opportunities and limitations*. *Industrial Design Engineering*. Luleå University of Technology. 2021. 52 p. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1583701/FULLTEXT01.pdf> (date of access: 28.01.2024)

16. Вимоги до шкільних меблів для Нової української школи: Наказ МОН від 23.03.2018 № 283 URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/novij-osvitnij-prostir> (дата звернення: 25.01.2024).

### References

1. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2016). New Ukrainian school: conceptual foundations of secondary school reform. Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Morse, N. V., Vember, V. P., Boyko, M. A., & Varchenko-Trotsenko, L. O. (2020). Organization of STEAM lessons in an innovative classroom. *Open educational e-environment of a modern university*, (8), 88-106. doi: [10.28925/2414-0325.2020.8.9](https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.8.9)
3. Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118-133. doi: [10.1016/j.buildenv.2015.02.013](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.013)
4. Neuzza, P. (2017). Redesigning Learning Spaces: What Do Teachers Want for Future Classrooms? *International Association for Development of the Information Society*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579306.pdf>
5. Koturanova, T. V., Lantukh, O. V., & Vysochenko, O. E. (2021). Development problems and prospects of the furniture business in Ukraine. *Economic space*, (175), 73-77. doi: [10.32782/2224-6282/175-14](https://doi.org/10.32782/2224-6282/175-14)
6. Kosenko, D. Yu., Zhembrovskaya, T. Yu., Chebykina, M. V., & Donets, K. V. (2018). Furniture for a flexible learning space in conditions of limited classroom space. *Technologies and design*, 1 (26), 1-10.
7. Shevchenko, T. V. (2020). Ergonomic design requirements for educational furniture and premises. *Safety of human life and activity*, 88-91.
8. Grechko, O. M. (2019). Modern additive technologies and 3D printing. Review of recent achievements in various spheres of human life. *Bulletin of the National Technical University. Series: Problems of improving electric machines and devices. Theory and practice*, (1), 63-75. doi: [10.20998/2079-3944.2019.1.12](https://doi.org/10.20998/2079-3944.2019.1.12)
9. Alnikov, E. M. (2020). Designing an inclusive environment using additive technologies (3-D printing). *Bulletin of KNUKіM. Series "Art History"*, (43), 181-189.
10. Alnikov, E. M. (2021) Inclusive environment in Ukraine, prospects for creation using additive technologies (3d printing). *Current issues of humanitarian sciences*, (35), 4-14. doi: [10.24919/2308-4863/35-1-1](https://doi.org/10.24919/2308-4863/35-1-1)
11. Altay, B. (2017). Multisensory inclusive design education: A 3D experience. *The Design Journal*, 20(6), 821-846. doi: [10.1080/14606925.2017.1371949](https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1371949)
12. Fen, K. V. (2018). 3D printing: history, current state and development prospects. *Modern information technologies and management systems*, 240-241.

13. Svoboda, J., Tauber, J., & Zach, M. (2019). 3D Print application in furniture manufacturing. In *Proceedings of the Digitalisation and Circular Economy: Forestry and Forestry Based Industry Implications, 12th WoodEMA Annual International Scientific Conference on Digitalisation and Circular Economy: Forestry and Forestry Based Industry Implications*, P. 131-140.
14. Samykano, M., Selvamani, S. K., Kadirgama, K., Ngui, W. K., Kanagaraj, G., & Sudhakar (2019). Mechanical property of FDM printed ABS: influence of printing parameters. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102, 2779-2796. doi: [10.1007/s00170-019-03313-0](https://doi.org/10.1007/s00170-019-03313-0)
15. Lundgren, H. (2021). Participatory design of a 3D-printed furniture concept for learning spaces: A study of large-scale additive manufacturing opportunities and limitations. *Industrial Design Engineering*. Luleå University of Technology, 52. Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1583701/FULLTEXT01.pdf>
16. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2018). Requirements for school furniture for the New Ukrainian School: methodological recommendations for organizing the educational space of the New Ukrainian School. Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/tag/novij-osvitnij-prostir>

**Автор:** ПЕТРОВСЬКА Юліана Романівна  
кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Yuliana PETROVSKA  
PhD, Associate professor, Associate professor of the  
Department of Design and Architecture Fundamentals  
Lviv Polytechnic National University  
E-mail – [yuliana.r.petrovska@lpnu.ua](mailto:yuliana.r.petrovska@lpnu.ua)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8519-7065>

**Автор:** МОСКАЛЮК Аліна Михайлівна  
Студентка другого (магістерського) рівня вищої  
освіти кафедри дизайну та основ архітектури  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Alina MOSKALIUK  
Master student of the Department of Design and  
Architecture Fundamentals  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine  
E-mail – [alina.moskaliuk.mdzzv.2023@lpnu.ua](mailto:alina.moskaliuk.mdzzv.2023@lpnu.ua)

## FORMATION OF THE SUBJECT ENVIRONMENT IN SECONDARY SCHOOLS WITH THE USE OF MODERN ADDITIVE TECHNOLOGIES

Yu. Petrovska, A. Moskaliuk

Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*The article outlines the principles of reformation of the subject-spatial environment in the New Ukrainian School based on the conceptual foundations of the Ministry of Education and Science. Modern pedagogy puts forward new requirements to educational centres, such as the creation of opportunities for flexible organization of learning. This process involves the formation of a multivariate subject environment for group and individual lessons fitted out with innovative furniture and equipment, various configurations of mobile learning spaces, and in general promotes the development of children's teamwork skills motivating them to learn. The development of new models of student furniture based on the principles of versatility and multi-functionality is considered to be the most promising component of the future change of the subject environment.*

*The article analyses the possibilities of designing furniture and equipment through the use of additive manufacturing technologies that are becoming more accessible to a wide range of consumers, while the production of such elements with the use of 3D printing opens up wide opportunities for designers and constructors. Other advantages of manufacturing of innovative furniture with the help of 3D printing include individual approach, creative ideas, short manufacturing period, and the possibility of equal use by all participants of the educational process owing to the principles of universal design. All of these principles can be realized using a combination of both traditional production and new technologies. Such furniture and equipment perfectly complement the educational subject environment and make it more technologically advanced, environmentally friendly, expressive and original.*

*The rational consumption of natural resources, environmental impact, and recycling principles represent the environmental component of the manufacture of furniture and equipment for the educational environment, allowing the participants of the educational process of the New Ukrainian School to form a personality that acquires environmental literacy, a culture of environmental behaviour, and realizes the importance of caring for the environment for the sake of own life and health and lives of others.*

**Keywords:** education, school, subject environment, inclusion, additive technologies, 3D printing, universal design, ecology, recycling.