

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
ГОРОДИЩЕНСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ
МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Відділення: фізика та астрономія

Секція: прикладна фізика

ФІЗИЧНІ ЯВИЩА У СТВОРЕННІ ТВОРІВ МИСТЕЦТВА

Роботу виконала:

Денисюк Лілія Ігорівна,

учениця 9 класу

Орловецького ЗЗСО І-ІІІ ступенів

Городищенської міської ради

Черкаської області

Науковий керівник:

Придаток Світлана Миколаївна,

учитель фізики

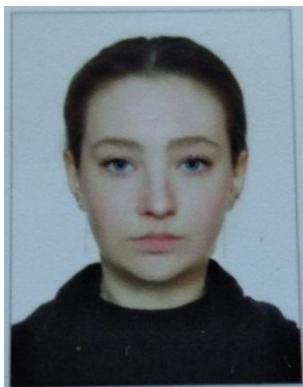
Орловецького ЗЗСО І- ІІІ ступенів

Городищенської міської ради

Черкаської області

Городищенське територіальне відділення МАН України

Анотація



Денисюк Лілія Ігорівна,
учениця 9 класу
Орловецького ЗЗСО I-III ступенів
Городищенської міської ради
Черкаської області

Науковий керівник: Придаток Світлана Миколаївна, учитель фізики Орловецького ЗЗСО I-III ступенів Городищенської міської ради Черкаської області

Фізичні явища у створенні творів мистецтва

Дослідницьку роботу присвячено вивченню взаємозв'язку фізичних законів у мистецтві, як унікального явища розвитку науки і мистецтва.

Досліджено роль фізичних закономірностей у мистецтві та їх взаємозв'язок.

Вивчено, які фізичні явища використовували та використовують митці мистецтва.

Охарактеризовано значення фізичних законів в різних сферах мистецтва: живопису, архітектури, фотографії, кінематографії, дизайні, макетуванні, сучасних сферах мистецтва.

З'ясовано, як твори мистецтва створюються за допомогою фізичних явищ, та проаналізовано техніку малювання крапками. Створено акорди (мелодію) класу за допомогою штучного інтелекту.

Ключові слова: живопис, фізика, взаємозв'язок фізики і мистецтва, змішування фарб, світло, кольори, спектр, магнетизм, об'єктив, лінзи, інсталяція.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
ФІЗИЧНІ ЗАКОНИ ТА ЇХ РОЛЬ У МИСТЕЦТВІ.....	6
1.1. Основи фізики, важливі для мистецтва.....	6
1.2. Природні явища як натхнення для митців.....	7
РОЗДІЛ 2	
ФІЗИКА В РІЗНИХ СФЕРАХ МИСТЕЦТВА.....	8
2.1. Фізика в архітектурі.....	8
2.2. Фізика в фотографії.....	10
2.3. Фізика в кінематографі.....	12
2.4. Фізика в живописі.....	14
2.5. Використання технологій 3D-друку в макетуванні та дизайні.....	17
2.6. Сучасні прояви фізики в мистецтві.....	17
2.6.1. Лазерні шоу і голографія.....	18
2.6.2. Інтеграція науки і мистецтва в сучасних проєктах.....	18
РОЗДІЛ 3	
ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
3.1. Значення світла і тіні в живописі.....	20
3.2. Майстер-клас по пуантилізму.....	21
3.3. Акорди класу.....	22
ВИСНОВОК	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25
ДОДАТКИ	26

Вступ

Мистецтво завжди було одним із найбільш захоплюючих аспектів людської культури, яке вражає своєю різноманітністю форм і проявів. Упродовж століть воно еволюціонувало, інтегруючи в себе досягнення науки та технологій. Одним із ключових чинників, що вплинули на розвиток мистецтва, є фізика – наука, яка досліджує закони природи, поведінку матерії та енергії. Сучасні досягнення у галузі фізики допомогли розширити межі мистецького самовираження, відкриваючи нові можливості для митців.

Актуальність дослідження. Роль фізики в мистецтві полягає у важливості розуміння впливу наукових знань на естетичну сферу життя. Закони механіки, оптики, акустики, магнетизму та термодинаміки створюють фундамент для багатьох напрямків мистецтва, таких як архітектура, живопис, фотографія, кінематограф і дизайн. Використання цих законів дозволяє митцям створювати шедеври, які поєднують технічну досконалість із художньою унікальністю.

Сьогодні на перетині науки та мистецтва виникають нові форми творчості, такі як кінетичне мистецтво, лазерні шоу та інтерактивні інсталяції. Ці явища демонструють, як фізичні закони можуть стати інструментом для розкриття нових граней людської уяви. Дослідження цієї теми є важливим як для поглиблення знань про історію мистецтва, так і для розуміння його сучасного та майбутнього розвитку.

Мета даного дослідження полягає у визначенні ключової ролі фізичних законів у різних видах мистецтва та аналізі їхнього впливу на створення і вдосконалення художніх творів.

Завдання дослідження:

- проаналізувати основні закони фізики, що мають застосування в мистецтві;
- дослідити використання фізичних принципів у різних художніх напрямках: архітектурі, живописі, фотографії, кінематографі, макетуванні, дизайні;
- розглянути приклади впровадження сучасних технологій, заснованих на фізиці, у мистецькій практиці;
- визначити перспективи подальшого інтегрування фізики в сучасне мистецтво.

Методи дослідження включають аналіз літературних джерел, теоретичних праць з фізики та мистецтвознавства, вивчення реальних прикладів мистецьких творів, створених із використанням фізичних знань, а також порівняльний аналіз різних напрямів мистецтва, практичне дослідження картин живопису, використання техніки пуантилізму та використання звучання звуку у датах народження.

Таким чином, дана дослідницька робота має на меті продемонструвати, як наука і мистецтво взаємодіють, створюючи гармонійний союз, що дозволяє людині не лише досліджувати навколишній світ, але й відображати його у художніх формах.

Об'єкт дослідження - фізичні закони.

Предмет дослідження: архітектура, живопис, фотографія, кіноматограф, макетування, дизайн, музика.

Розділ 1. ФІЗИЧНІ ЗАКОНИ ТА ЇХ РОЛЬ У МИСТЕЦТВІ

1.1. Основи фізики, важливі для мистецтва

Фізичні закони відіграють фундаментальну роль у створенні та розвитку мистецтва, адже вони визначають багато аспектів нашого сприйняття світу та взаємодії з ним. Фізика забезпечує основу для розуміння руху, світла, кольору, звуку та простору, що є ключовими елементами в багатьох видах художньої діяльності. Ці закони не лише дозволяють митцям створювати естетично довершені твори, але й дають їм можливість експериментувати та розширювати межі творчості.

Одним із базових аспектів фізики, важливих для мистецтва, є оптика. Закони відбивання, заломлення, дифракції, дисперсії та інтерференції світла використовуються у живописі, фотографії та кінематографії для створення реалістичних або сюрреалістичних образів. Наприклад, принципи перспективи в живописі базуються на розумінні того, як світло проходить через об'єкти або людське око. Фізичні знання дисперсії світла допомогли художникам Ренесансу, таким як Леонардо да Вінчі, створювати глибину та реалістичність у своїх картинах.

У фотографії використання фокусних відстаней, діафрагм і експозиції базується на розумінні оптичних явищ, що дозволяє митцям створювати унікальні композиції. *(Див. додаток А)*

Механіка є ще одним важливим аспектом фізики, що знаходить своє застосування у мистецтві. Закони руху та статички лежать в основі архітектури, скульптури та кінетичного мистецтва. Архітектори враховують закони рівноваги й міцності матеріалів, створюючи вражаючі конструкції, такі як готичні собори чи сучасні хмарочоси. *(Див. додаток Б).*

1.2. Природні явища як натхнення для митців

Природні явища, які пояснюються фізичними законами, слугують невичерпним джерелом натхнення для митців. Грім і блискавка, течія води, вітри або навіть форма хмар захоплюють людську уяву, надаючи нових ідей для творчості. Художники часто намагаються передати ці явища у своїх роботах, використовуючи принципи фізики для їх імітації. Наприклад, у живописі Клода Моне добре видно вплив природного освітлення, відбитого у воді. Ці деталі передають фізичні властивості світла і кольору, створюючи враження реалістичності.

Акустика як розділ фізики, відіграє важливу роль у музиці та архітектурі. Дослідження звукових хвиль дозволило створювати музичні інструменти, здатні видавати гармонійні звуки і розробляти концертні зали з ідеальною акустикою. Це знову-таки свідчить про вплив фізики на мистецтво, де навіть емоційна складова музики залежить від того, як хвилі поширюються у просторі. Природні явища, за законами фізики, слугують джерелом натхнення і формують основи творчості. Такі явища, як хвилі, райдуга, північне сяйво чи навіть форма сніжинок, відображають гармонію і складність природи, яку намагаються передати митці. Завдяки фізичному розумінню цих процесів художники та дизайнери знаходять нові шляхи інтеграції науки у свої проєкти.

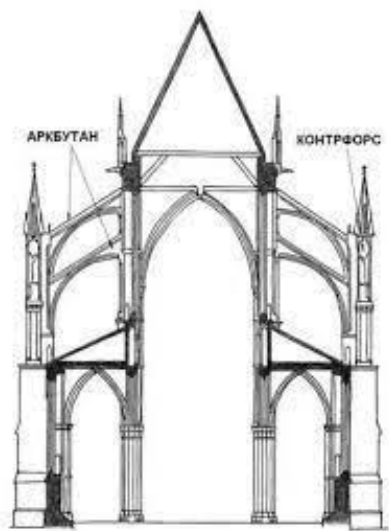
Отже, фізика не лише розкриває закони функціонування світу, але й формує нові горизонти для мистецтва, забезпечуючи його зв'язок із природою та суспільством. Ця взаємодія надихає митців на створення унікальних творів, що гармонійно поєднують науку і творчість.

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКА В РІЗНИХ СФЕРАХ МИСТЕЦТВА

2.1. Фізика в архітектурі

Архітектура є одним із найдавніших прикладів поєднання мистецтва та науки. Застосування фізичних законів у проєктуванні будівель забезпечує їхню функціональність, безпечність та естетичність.

Закони механіки та статки використовують для проєктування будівель, вони формують основу для створення стійких і надійних будівель. Статика вивчає рівновагу сил у нерухомих системах, що дозволяє інженерам розраховувати навантаження на конструкції. Ключовий принцип статки – рівновага між прикладеними силами (навантаженням) і реакціями опори, що забезпечує стійкість будівлі. Наприклад, арки й склепіння в готичних соборах, таких як Собор Паризької Богоматері, ефективно розподіляють навантаження вздовж криволінійних поверхонь, передаючи його на контрфорси. (Див. додаток В). Це дозволило будувати легкі та високі конструкції з великими віконними прорізами, які наповнюють приміщення світлом.



У сучасній архітектурі знання механіки дозволяє проєктувати хмарочоси. Наприклад, Бурдж-Халіфа в Дубаї завдяки спеціальній формі та використанню сталевих сердечників здатний витримувати сильні вітрові навантаження та власну вагу. (Див. рис.2.1)

Рис.2.1

Використання законів акустики в архітектурі (театри, собори) відіграють важливу роль для звучання музики та дизайні просторів для її виконання.

Наприклад, резонанс, частота звукових хвиль і гармонійні коливання формують основи створення музичних інструментів. Музиканти використовують ці закони для досягнення потрібного звучання, а композитори – для створення

гармонії. В архітектурі її використовують для проєктування просторів, де важлива якість звуку, у театрах, концертних залах та соборах.

У класичних театрах, наприклад у Театрі Епідавра (Давня Греція), знання акустики дозволило створити амфітеатральну форму, яка забезпечує рівномірне поширення звуку. Відвідувачі навіть на найвіддаленіших місцях могли чітко чути голоси акторів завдяки природному посиленню звукових хвиль. *(Див. додаток Г)*

У готичних соборах акустика слугувала для підсилення релігійного впливу. Склепінчасті конструкції і великі кам'яні поверхні створювали потужний резонанс, який наповнював простір відлунням хорового співу. Собор Святого Павла в Лондоні має відому "Галерею шепоту", де звук поширюється по круговій поверхні купола, дозволяючи чути навіть тихий шепіт на відстані. *(Див. додаток Г)*.

Сучасні концертні зали, такі як Зал Уолта Діснея в Лос-Анджелесі, використовують комп'ютерні моделі для розрахунку поширення звукових хвиль, щоб забезпечити ідеальну акустику. *(Див. додаток Д)*. У цих проєктах використовуються матеріали з різними звукоізоляційними та відбивними властивостями.

Сіднейський оперний театр, спроектовані з урахуванням поширення звукових хвиль, їх відбивання та поглинання. Завдяки цьому глядачі можуть насолоджуватися ідеальним звучанням музики, незалежно від того, де вони сидять. *(Див. додаток Е)*.

Світло і повітря є важливими факторами для комфортного проживання та роботи в будівлях. Використання фізики дозволяє архітекторам проєктувати будівлі, які ефективно використовують природне освітлення та вентиляцію.

У традиційній архітектурі, у будинках арабських країн, застосовувалися «вітрові вежі», які захоплювали прохолодне повітря і спрямовували його всередину приміщення. Цей принцип природної вентиляції досі використовується у сучасних «зелених» будівлях.

Оптимізація освітлення включає правильне розташування вікон і використання законів відбивання та заломлення світла до відбиваючих матеріалів для максимального проникнення денного світла. Наприклад, музей мистецтв Лувр в Абу-Дабі має «сонячний купол», який розсіює світло через тисячі дрібних отворів, створюючи ефект «сонячного дощу». *(Див. додаток Є)*.

Сучасні хмарочоси використовують сонячні панелі та автоматичні системи керування освітленням, щоб зменшити витрати енергії. Хмарочос The Edge в Амстердамі (див. додаток Ж).

Нанотехнології в сучасній архітектурі дозволяють створювати легші, міцніші та екологічно чисті матеріали, які розширюють можливості будівництва.

Скло з нанопокриттям, яке очищається під впливом сонячного світла, широко використовується у фасадах сучасних будівель. Наприклад, у Лондоні будівля «The Gherkin» має спеціальні тришарові скляні панелі, які мінімізують енергетичні втрати і підтримують комфортний мікроклімат. (Див. додаток З)

Використання деревини, вирощеної у спеціальних лісових господарствах та матеріалів з переробленої сировини є частиною сучасного підходу до сталого архітектурного проєктування. Будівля «Bosco Verticale» в Мілані – це приклад використання вертикальних садів, які покращують якість повітря і знижують температуру в містах. (Див. додаток И)

Застосування фізики в архітектурі дозволяє створювати будівлі, які поєднують функціональність, естетику та турботу про довкілля. Від традиційних принципів до сучасних технологій, фізика залишається невід’ємною частиною кожного архітектурного шедевра.

2.2 Фізика в фотографії

Фотографія – це мистецтво, яке ґрунтується на використанні фізичних принципів світла та оптики. Знання фізичних законів дозволяє митцям створювати реалістичні, емоційні або сюрреалістичні зображення, використовуючи об’єктиви, освітлення, а також фізичні явища, такі як дифракція та інтерференція.

Об’єктив є одним із ключових компонентів фотоапарата, і принцип його роботи базується на законах геометричної оптики. Об’єктив складається з однієї або кількох лінз, які заломлюють світло і формують зображення на світлочутливій поверхні (плівці чи матриці). Основний принцип роботи об’єктива – це фокусування світлових променів. (Див. додаток І). Ключовими характеристиками об’єктивів є фокусна відстань, діафрагма та глибина різкості. Фокусна відстань визначає кут

огляду: ширококутні об'єктиви (коротка фокусна відстань) захоплюють більше простору, тоді як телеоб'єктиви (довга фокусна відстань) дозволяють деталізувати віддалені об'єкти. Наприклад, для зйомки пейзажів використовують ширококутні об'єктиви, а для портретів – телеоб'єктиви.

Діафрагма регулює кількість світла, що проходить через об'єктив. Відкрита діафрагма дозволяє створювати ефект розмитого фону (боке), що широко використовується у портретній фотографії. Закрита діафрагма збільшує глибину різкості, дозволяючи знімати чіткі зображення на різній відстані, наприклад, в архітектурній фотографії.

У фотографії явище дифракції – відхилення світлових хвиль при проходженні через отвір або поблизу перешкоди, впливає на якість зображення, особливо при використанні дуже вузьких діафрагм. При сильному закритті діафрагми дифракція розсіює світло, що зменшує різкість зображення. Однак іноді цей ефект використовують для створення художніх знімків, наприклад, у зйомці пейзажів із «зоряними» відблисками на яскравих джерелах світла.

Неможливе існування фотографії без такого фізичного явища як **інтерференція світла** – коли світлові хвилі взаємодіють одна з одною, створюючи яскраві та темні смуги. Цей ефект використовується в мистецьких цілях, наприклад, для створення абстрактних зображень за допомогою мильних бульбашок або тонких плівок олії на воді. Фотографи часто експериментують з явищем інтерференції для створення яскравих, візуально насичених кадрів, які нагадують акварельні картини або фантазійні сюжети. *(Див. додаток І)*

У сюрреалістичній фотографії, зображення спирається на використання фізичних ефектів, які дозволяють створити ілюзії, що виходять за межі реального світу. Митці з фотографії, для створення незвичайних композицій, використовують закони заломлення та відбивання світла, дзеркальне відбивання, довгі експозиції. *(Див. додаток ІІ)*

Закони заломлення світла використовується для створення ефекту спотворення або «перевернутого світу». Наприклад, знімання крізь краплі води або прозорі кулі дозволяє створювати цікаві, сюрреалістичні зображення, де частина сцени відображається в перевернутому вигляді. Дзеркальні поверхні та їхні

відбивання відкривають можливості для побудови ілюзій нескінченності або багатовимірних композицій. Використання дзеркал або металевих поверхонь допомагає створювати химерні фотографії, які часто асоціюються зі сновидіннями або фантазіями.

Запровадження техніки довгої експозиції дозволяє створювати ефект розмиття руху або фіксувати тривалі явища, такі як зоряні сліди чи хвилі на морі. Наприклад, ефект «шовкової» води в пейзажній фотографії, або розмити рухомі об'єкти, надаючи зображенню ефемерного, сюрреалістичного вигляду.

Отже, фізика є основою фотографії, відкриваючи митцям широкий спектр можливостей для творчості.

2.3. Фізика в кінематографі

Кінематограф – це поєднання мистецтва та науки, яке використовує фізичні принципи для створення візуальних та звукових історій. Закони оптики, механіки, акустики та сучасних технологій лежать в основі кінозйомки, уповільненого руху, звукових ефектів та спецефектів.

Принципи роботи кінокамер працюють на основі фізичних принципів оптики та механіки. Основний принцип кінозйомки полягає у фіксації послідовності кадрів, які під час відтворення створюють ілюзію руху. Камера фіксує серію зображень на плівку або цифрову матрицю з певною частотою, зазвичай 24 кадри за секунду (fps).

Об'єктив камери, як і у фотографії, складається з системи лінз, які заломлюють світло і формують чітке зображення на світлочутливому елементі. Фокусна відстань і розмір діафрагми впливають на якість зображення, глибину різкості та освітленість сцени. Наприклад, для створення кінематографічного ефекту часто використовують вузьку глибину різкості, що акцентує увагу на головному об'єкті кадру. Закони механіки застосовуються для роботи механізму протягування плівки (у класичних кінокамерах) або управління сенсором – у цифрових.

У сучасних цифрових камерах інтегровані стабілізатори, які зменшують тремтіння зображення під час зйомки. Це забезпечує плавний рух, наприклад, у сценах, де камера слідує за актором.

Ефекти уповільнення часу та руху (слоумо) (slow motion) досягається шляхом збільшення частоти кадрів під час зйомки. Наприклад, якщо сцена знімається з частотою 120 або 1000 кадрів за секунду, а потім відтворюється зі стандартною швидкістю 24 fps, рухи здаються уповільненими. Цей ефект ґрунтується на принципі збереження послідовності подій. Він часто використовується для підкреслення драматичних моментів, таких як вибухи, спортивні сцени або падіння об'єктів. Уповільнення часу дозволяє глядачам побачити деталі, невидимі у реальному часі. Наприклад, у фільмі «Матриця» слоумо застосували для демонстрації сцени з ухиленням героя від куль, що створює враження надлюдських здібностей. *(Див. додаток К).*

Сучасні високошвидкісні камери, такі як Phantom Flex, здатні знімати до 10000 кадрів за секунду, що дозволяє фіксувати навіть найшвидші події, наприклад, розрив кулі чи розбризкування рідини.

Звукові ефекти: акустика і резонанс у кіно є не менш важливим, ніж зображення. Фізика звуку дозволяє створювати реалістичні або підсилені звукові ефекти. Закони акустики використовуються для запису, обробки та відтворення звуку. Наприклад, для запису сцен у великих приміщеннях, залах або печерах, враховується реверберація – багатократне відбивання звуку від поверхонь.

Явище резонансу є важливим у створенні звукових ефектів, які підсилюють емоційний вплив. Резонанс – це фізичне явище сильного зростання амплітуди вимушеного коливання у разі, коли частота зовнішньої сили збігається з власною частотою коливань. Тому, наприклад, звук вибуху снаряда або гуркіт землетрусу створюється шляхом поєднання низькочастотних шумів. Звукові дизайнери часто застосовують об'єкти з реального світу, щоб створити специфічні звуки: розрив паперу може стати звуком удару блискавки, а тертя металевих пластин – скрипінням дверей.

Сучасні звукові системи у кінотеатрах, такі як Dolby Atmos, забезпечують багатовимірне відтворення звуків, створюючи ефект повного занурення. Глядачі відчують, як звук пересувається навколо них, що посилює враження від екшн-сцен.

Сучасні спецефекти значною мірою базуються на фізичних законах. Комп'ютерна графіка (CGI) та трюки дозволяє створювати реалістичні симуляції явищ, використовуючи закони динаміки, оптики та термодинаміки.

У фільмі «Інтерстеллар» для моделювання чорної діри застосували рівняння загальної теорії відносності. Це дало змогу не лише створити вражаючий візуальний ефект, а й провести наукові дослідження. *(Див. додаток Л).* Рух об'єктів, таких як вибухи чи падіння, моделюються з урахуванням гравітації та дії сил. Наприклад, у фільмах «Marvel» сцени боїв часто комбінують реальні трюки з цифровими симуляціями, щоб зробити рухи більш ефектними та безпечними для акторів.

Фізичні закони використовуються у постановці трюків. Наприклад, для сцен з падінням персонажів застосовуються системи тросів і противаг, які забезпечують контрольоване пересування. У фільмі «Темний лицар» сцена перевертання вантажівки була виконана за допомогою розрахунків механіки та потужної гідравлічної установки.

У CGI фізичні властивості рідини використовуються для створення реалістичних водяних хвиль, дощу або диму. Наприклад, у фільмі «Життя Пі» хвилі океану та тигр, створені за допомогою комп'ютерних симуляцій, виглядають абсолютно реалістично завдяки складним математичним моделям. *(Див. додаток М)*

Отже, фізика у кінематографі дозволяє створювати світ, який виглядає переконливо та реалістично.

2.4. Фізика в живописі

Живопис, як і багато інших видів мистецтва, значною мірою використовує фізичні закони для створення реалістичних чи абстрактних творів. Оптика, властивості матеріалів і навіть математичні концепції, такі як фрактали, впливають на стиль і техніку художників.

Використання законів оптики: перспектива, тіні та освітлення відіграють ключову роль у створенні ілюзії глибини та простору на двовимірній площині. Перспектива – система зображення об'ємних тіл на площині, і цей метод дозволяє зображувати тривимірні об'єкти на площині з урахуванням законів геометрії. Лінійна перспектива базується на тому, що паралельні лінії, такі як залізничні рейки,

здаються такими, що сходяться в одній точці на горизонті. Леонардо да Вінчі та Альбрехт Дюрер активно використовували цей принцип у своїх творах. Наприклад, у «Тайній вечері» картині Леонардо да Вінчі всі архітектурні елементи сходяться до однієї точки, створюючи глибокий простір. (Див. додаток Н)

Освітлення і тіні також базуються на законах оптики. Джерело світла визначає напрямок та інтенсивність тіней. У своїх картинах Леонардо да Вінчі та Мікеланджело да Караваджо (див. додаток О) були майстрами техніки світлотіні (кіароскуро), створюючи контраст між яскраво освітленими зонами та глибокими тінями для драматичного ефекту. Явище розсіювання світла, або світлорозсіювання дозволяли художникам точно передавати складні форми, наприклад, складки тканини або текстури обличчя.

Варто згадати атмосферну перспективу – явище, за яким віддалені об'єкти здаються менш чіткими та блакитними через розсіювання світла в атмосфері. Цей ефект часто зустрічається у пейзажах Клода Моне. (Див. додаток П)

Застосування тону в живописі (від грецького слова «tonos» – напруга) – якісна характеристика світла на поверхні того чи іншого предмету, в залежності від джерела світла і забарвлення самого предмету. При наближенні поверхні предмета до джерела світла його освітленість посилюється і, навпаки, при віддаленні – послаблюється. Тому світло і тінь на передньому плані картини завжди контрастніше, ніж на задньому. Розтяжка тонового розмаїття переходить планомірною, без різких переходів: від найконтрастнішого до плавно-спадного.

Використовуючи теплі і холодні тіні в живописі, ми сприймаємо події, які написані на картині, реальними. Тіні в теплому світлі виглядають коричневими, червоними та зеленуватими кольорами, холодне світло – блакитними, сірими, нейтрально білими. Наявність холодних чи теплих тіней залежить від пори року, стану природи. (Див. додатки Н, О, П).

Фізичні властивості фарб та пігментів, що використовуються художниками, мають різні фізичні властивості, які впливають на їхню яскравість, текстуру і довговічність. Наприклад, світлостійкість пігментів визначає, наскільки довго картина зберігатиме свій початковий вигляд під дією сонячного світла.

Пігменти – це дрібнодисперсні частинки, які додаються до фарби для створення кольору. У минулому художники у своїх роботах застосовували природні пігменти, такі як ультрамарин, виготовлений із дорогоцінного каменю лазуриту. Однак сучасні пігменти, створені синтетичним шляхом, дозволяють значно розширити палітру кольорів і знизити вартість матеріалів. *(Див. додаток Р)*

На техніку нанесення фарб впливає її в'язкість, яка залежить від фізичних властивостей її основи (олії, води, акрилу тощо). Наприклад, густі олійні фарби дозволяють створювати текстурні мазки, тоді як акварель, завдяки своїй рідкій основі, краще передає прозорість і легкість.

Фізика також допомагає розуміти змішування кольорів. Наприклад, адитивне змішування (в основі якого лежить додавання кольорів світла) пояснює створення нових відтінків у цифровому мистецтві, тоді як субтрактивне змішування (поглинання світла пігментами) використовується в живописі.

Одним з видів змішування кольорів - пуантилізм. Це техніка малювання крапками, яка є унікальним художнім витвором і поєднує в собі точність, терпіння та творчість. Французький художник Жоржу Сера захоплювався науковими відкриттями в галузі оптики. Його цікавило, як кольорова гама впливає на емоційний стан людини. Кінцевим результатом його дослідження, яке виникло вкінці 19 століття, стала техніка малювання крапками. Фізика кольору обґрунтовується на теорії розкладання світла. У пуантилізмі художники потребують чисті кольорові крапки, які при розгляді здалеку зливаються в очах спостерігача, створюючи враження змішаного кольору. Це явище схоже на розкладання білого світла в спектрі, коли різні довгі хвилі створюють почуття. Ця техніка не втрачає своєї актуальності й досі надихає художників і поціновувачів мистецтва, краще сприймають глибину композиції.

Фізика у живописі відіграє важливу роль у розумінні та реалізації художніх ідей. Закони оптики допомагають створювати реалістичні простори, властивості матеріалів визначають техніки та стилі.

2.5. Використання технологій 3D-друку в макетуванні та дизайні

3D-друк є революційним інструментом у макетуванні та дизайні, що дозволяє створювати складні форми з високою точністю. Фізика відіграє ключову роль у роботі 3D-принтерів, особливо в управлінні термодинамічними процесами та механічними рухами. Принцип роботи 3D-принтера базується на пошаровому нанесенні матеріалу. Найпоширенішими є методи FDM (друк за допомогою нагрітого пластику) і SLA (лазерна полімеризація рідких смол). Точність друку залежить від стабільності механічних частин принтера і точності лазера або екструдера. Однією з переваг 3D-друку є можливість використання спеціалізованих матеріалів, таких як гнучкі пластики, біорозкладні полімери або металеві порошки. Це дозволяє створювати макети, які не тільки мають естетичну цінність, але й можуть бути функціональними. Наприклад, при створенні макетів для авіаційної промисловості використовуються надлегкі композити, які імітують властивості реальних матеріалів.

3D-друк також забезпечує масштабованість. Дизайнери, за допомогою 3D-друку створюють як невеликі деталі, так і великі моделі, що дозволяє експериментувати і швидко вносити зміни. Наприклад, архітектурні бюро використовують 3D-принтери для друку прототипів будівель, що демонструють деталі фасаду та інтер'єру.

Фізика у макетуванні та дизайні забезпечує можливість створення конструкцій, що відповідають естетичним, функціональним і практичним вимогам. Від інноваційних технологій 3D-друку – кожен аспект базується на законах природи, що дозволяють дизайнерам реалізовувати найсміливіші ідеї. *(Див.додаток С)*

2.6. Сучасні прояви фізики в мистецтві

Мистецтво постійно взаємодіє з наукою, і фізика вносить свій вклад у різноманітні форми творчості. Лазерні шоу, голографія, звукові інсталяції, акустичні проекти, кінетичне мистецтво та мобілі – всі ці сучасні прояви мистецтва використовують фізичні принципи для створення унікальних, інтерактивних і вражаючих дослідів. Вивчаючи всі ці форми мистецтва, перед нами відкриваються

нові можливості для творчості і взаємодії з глядачем. Фізика стає в центрі процесу створення мистецтва.

2.6.1. Лазерні шоу і голографія

Лазерні шоу – це мистецький вид творчості, що базується на використанні лазерного світла для створення вражаючих візуальних ефектів. У лазерах використовуються принципи оптики, зокрема когерентність, монохромність та інтенсивність світла. Лазерний промінь, проходячи через спеціальні оптичні елементи, такі як дзеркала або лінзи, може бути спрямований на певні точки, створюючи складні геометричні фігури або анімації. Класичні приклади лазерних шоу: на концертах, у музеях або в публічних просторах, де лазери створюють кольорові потоки світла, що змінюються в такт музиці. Музикант і художник Жан-Мішель Жарр, на своїх концертах активно використовує лазерні шоу для посилення візуального ефекту від звукових композицій.

Голографія, з іншого боку, є результатом фізичних принципів дифракції та інтерференції світла. Вона дозволяє створювати тривимірні зображення, які здаються об'ємними, хоча вони відображаються на двовимірній поверхні. Ідея голографії була розроблена ще в 1940-х роках, однак вона знайшла широке застосування в мистецтві лише в кінці 20-го століття. Сучасні голографічні виставки дозволяють створювати зображення, що можуть бути видимими з різних ракурсів, створюючи ілюзію реального об'єкта. Голографія стала популярною в таких проєктах, як цифрові музейні експонати або анімаційні вистави, де образи, які неможливо створити в традиційний спосіб, втілюються за допомогою фізичних законів.

2.6.2. Інтеграція науки і мистецтва в сучасних проєктах

Сучасне мистецтво активно інтегрує науку в художні проєкти, що часто призводить до створення нових форм вираження. Художники не лише застосовують фізичні принципи, а й співпрацюють з науковцями для створення спільних проєктів, що дозволяє змішувати науку, технології та естетику. Протягом останніх десятиліть, з розвитком цифрових технологій, таких як комп'ютерна графіка, лазерна проєкція і віртуальна реальність, художники почали використовувати фізичні закони для створення нових медіа-форм, які раніше не існували.

Одним із прикладів інтеграції науки в мистецтво є кінетичне мистецтво – напрямок у сучасному мистецтві, де фізичні принципи руху використовуються для створення творів, які змінюються або рухаються, часто в залежності від зовнішніх умов або механічних пристроїв. Такі твори зазвичай мають рухливі елементи, які можуть бути підключені до механізмів, таких як мотори або пневматика, а інколи їх рух залежить від взаємодії з глядачем. **Мобілі** – найвідоміша форма кінетичного мистецтва, що була популяризована художником Олександром Калдером. Його мобілі являють собою абстрактні композиції з рухомих елементів, які балансуючи один на одному, створюють візуальну гармонію завдяки законам механіки та балансу. Мобілі зазвичай мають тонкі елементи, які рухаються від легкого впливу вітру або струменя повітря, що додає динамізму та непередбачуваності композиціям.

У своїх оригінальних інсталяціях японська художниця Sachiko Kodama, використовує властивості магнітного поля. Вона вибирала для своїх інсталяцій матеріали які мають феромагнітну рідину, яка широко використовується в компютерній галузі. Це рідина чорного кольору, дуже намагнічена і легко трансформується. Під впливом магнітного поля з неї формуються шипи, які створюють органічні художні форми, які контролюються навколишнім оточенням за допомогою сучасних технологій. Мета художниці – використати звуки навколишнього середовища: рух і дихання тварин та людей, ріст рослин та коливання хвиль. Такі інсталяції відбуваються на очах відвідувачів. *(Див. додаток Т)*

Музей науки в Лондоні регулярно організовує виставки, на яких фізика представлена через мистецтво. Таким чином, сучасне мистецтво, інтегруючи в науку, зокрема фізику, не лише змінює форми вираження і сприйняття мистецтва, але й сприяє популяризації наукових знань, що допомагає ширшій аудиторії краще розуміти складні наукові ідеї через образи, звуки і інсталяції.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Значення світла і тіні в живописі

Для аналізу світла та тіні я обрала знамениті шедеври світу – картини всім відомого видатного архітектора, художника, музиканта, живописця, вченого, винахідника, дослідника, механіка, інженера, математика – Леонардо да Вінчі, який проживав в Італії в 15 столітті. Він є одним із талановитих людей епохи Відродження.

Картина «Пані з горностаєм» (*див. додаток Н*) виконана в техніці *chiaroscuro*, що в перекладі означає «світотінь». На полотні світлі відтінки ніжно-блакитного плаття з рукавами з червоного бархату помітно виділяються на темному фоні.

До картини «Мона Ліза» (Джоконда) (*див. додаток Н*) Леонардо застосував техніку *sfumato*, від італійського «дим», з повільними переходами контурів, які пом'якшені напівсвітлом і ми не бачимо мазки пензеля. Леонардо да Вінчі досягнув цього ефекту, завдяки великій кількості тонких шарів прозорої глазури з невеликим додаванням кольорових пігментів. Образ Мона Лізи слугує ніби п'єдесталом із-за складених рук, а погляд пильний і водночас хвилюючий. Леонардо втілює в посмішку на обличчі Мона Лізи мудрість, знання якоїсь таємниці, ніби вона знає не досяжне.

У картині «Тайна Вечеря» (*див. додаток Н*) голова освітлена природним світлом трапезної. Світло і тінь, які розчиняються один в одному в невловимому русі, надавали обличчю Христа особливої духовності. Верхнє світло надає об'єктам певної легкості та звеличності. Світло знизу викликає незвичайні асоціації, додає зображенню загадковості та драматизму. Традиційний бокове світло точно демонструє звичайний характер предметів, тому вони найбільш реальні. Фронтальне світло (в лоб) мінімізує відчуття об'єму та робить зображення декоративним.

Отже, його мистецтво невіддільне від науки і техніки, навіть на папері. Художник, який був інженером на полотні та інженером науки, розумів, що навіть в правильному вирішенні завдання може полягати краса.

3.2. Майстер-клас по пуантилізму

Особливо зацікавила мене техніка малювання крапками, тому з гуртківцями з мистецтва я провела майстер-клас по пуантилізму, де ми разом використали цю незвичайну техніку малювання – пуантилізм. Ми разом вивчили історію виникнення пуантилізму та проаналізували декілька картин відомих художників даного стилю.

Для початку роботи ми вивчили, які матеріали можна використовувати для цієї роботи – акварель, гуаш, масло, акріл. Потім вирішили зобразити прості малюнки: груші, яблука, квітів, дерева, бананів і т.д. І з девізом: «Малювання крапками вийде в кожного», почали створювали свій живопис за таким алгоритмом:

- простим олівцем намічаємо контур;
- будь-яким кольором наносимо крапки на весь малюнок;
- у верхній частині малюнка крапки ставити рідше – показуємо освітлення;
- в області тіні – крапки більш щільно, малюємо темнішими кольорами;
- фарби жовтого або помаранчевого кольору наноситься для зображення світла.

Таким чином, роздивившись кожен з малюнків учасників та особисто свої, з'ясувала, що ця техніка малювання – пуантилізм пояснюється фізичною взаємодією світлових хвиль: коли око сприймає поруч розташовані крапки різних кольорів, вони «змішуються» у свідомості спостерігача, створюючи новий відтінок, створюють враження одного кольору. Малювання крапками сподобалась всім учасникам майстер-класу. *(Див. додаток У, додаток Ф) .*

3.3. Акорди класу

Прочитавши та проаналізувавши інформацію про те, що Піфагор, коли проходив повз кузню випадково почув удари молотів, які створюють цілком певне співзвуччя, і після цього зайнявся експериментами, намагаючись знайти співвідношення між висотою тону та числами, я також вирішила провести свій експеримент.

Мною було встановлено зв'язок між нотою та датами народження своїх однокласників і учителів. За допомогою штучного інтелекту набір цифр, які є в даті народження своїх однокласників покладено на ноти.

Кожна мелодія, яка була створена на основі чисел, стає персональною музичною візитівкою кожної людини. Ці акорди можна відтворити музичними інструментами, наприклад такі як гітара, синтезатор або піаніно. У моєму експерименті складання акордів класу допоміг мій брат грою на гітарі.

Мелодія несе в собі ритм життя, поєднуючи випадковість і гармонію, може відображати внутрішній світ людини. Коли створюється звук, він створює вібрації, які передаються у вигляді хвилі. Ноти заповнюються частотою звукових хвиль. Наприклад, нота «Ля» першої октави має частоту 440 Гц. Чим вища частота, тим вищий звук і навпаки. Таким чином, фізика дозволяє точно змінити звуки.

Були мелодії, які звучали мелодійно і гармонічно, а інші – різко і неприємно. Я встановила зв'язок між датами народження та здібностями своїх однокласників. У мене вийшло дві групи звучання мелодії. В першій групі, де ноти з датами народження прозвучали мелодійно і гармонійно, виявилися більшість однокласників (62%) з творчими нахилами, безпосередньо зв'язані з творчістю. В другій групі, де акорди прозвучали різко і неприємно, 38 % однокласників займаються різними видами спорту. (Див. додаток X, таб.1)

Отже, я з'ясувала, що звуки, які ми чуємо, є результатом механічних коливань частинок у повітрі. Ця техніка дозволяє кожній людині створити свою власну музику. Завдяки розумінню таких фізичних параметрів хвиль, як амплітуда, частота, гармонічність та резонанс, ми можемо створювати різноманітні тембри та вдосконалювати звучання.

ВИСНОВОК

У процесі дослідження взаємодії фізики та мистецтва стало очевидним, що фізичні принципи займають важливе місце у створенні та розвитку художніх творів. Від механіки, оптики до магнетизму, від акустики до сучасних технологій, фізика не лише сприяє реалізації художніх ідей, але й відкриває нові горизонти для творчих експериментів. Через поєднання науки і мистецтва ми можемо побачити нові форми вираження, де творчість отримує нові інструменти для втілення абстрактних концепцій у конкретні, зрозумілі та вражаючі об'єкти.

Фізика стала важливим інструментом у розвитку сучасного мистецтва, дозволяючи художникам не лише візуалізувати складні наукові концепти, але й експериментувати з матеріалами, світлом, звуками та рухами. За допомогою фізичних законів митці створюють нові форми, що відображають не лише естетичні, а й наукові ідеї, зокрема в таких сферах, як живопис, кінематограф, архітектура, фотографія, звукові інсталяції та кінетичне мистецтво.

Фізика має значення не тільки як технологічний інструмент, але й як засіб для концептуального вираження. Застосування фізичних принципів дозволяє художникам створювати роботи, які інтерактивно взаємодіють із глядачем, змінюються в залежності від умов або навіть демонструють складні наукові теорії, які зазвичай важко зрозуміти через традиційні форми навчання. Зокрема, фізика освітлення та кольору дозволяє створювати глибокі, багатогранні ефекти в живописі та фотографії. Закони механіки та статyki є основою для багатьох архітектурних проєктів, що дозволяє будувати будівлі, які не лише функціональні, але й естетично виразні. Використання акустики в музичних інсталяціях або кінематографі додає глибини звукового сприйняття, підсилюючи емоційний вплив мистецтва.

Перспективи застосування фізичних законів у майбутніх мистецьких проєктах відкривають нові можливості для інтерактивності та глибшого взаєморозуміння між мистецтвом і наукою. Завдяки постійному розвитку технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність, наукові концепти можуть бути втілені в нових формах мистецтва, які надають ще більшу свободу творчості. Одним із таких напрямків є розвиток цифрового мистецтва, де фізичні принципи застосовуються не тільки до

візуальних елементів, а й до взаємодії з глядачем. Віртуальні галереї та інтерактивні інсталяції можуть використовувати фізичні закони для створення динамічних образів, які змінюються в залежності від дій користувача, дозволяючи створити більш персоналізоване сприйняття мистецтва.

Застосування новітніх технологій, таких як нанотехнології, може привести до появи нових матеріалів для створення мистецьких творів. Це дасть можливість художникам створювати скульптури та інсталяції, що реагують на навколишнє середовище, змінюючи свою форму чи властивості, що дозволить мистецтву стати більш гнучким і змінним.

Зв'язок фізики та мистецтва поглиблюється через використання штучного інтелекту для створення складних та багатошарових художніх творів. Штучний інтелект може моделювати фізичні явища, створювати візуальні або звукові композиції, що базуються на складних математичних моделях, фізичних процесів, таких як енергія, теплотехніка або навіть квантова механіка.

Отже, в майбутньому ми можемо очікувати ще більше експериментальних поєднань між наукою і мистецтвом, де фізика буде основою для нових художніх форм, що дозволяють не тільки розширити можливості мистецького вираження, але й допоможуть створювати мистецтво, яке буде глибоко взаємодіяти з науковим пізнанням та технологічними інноваціями.

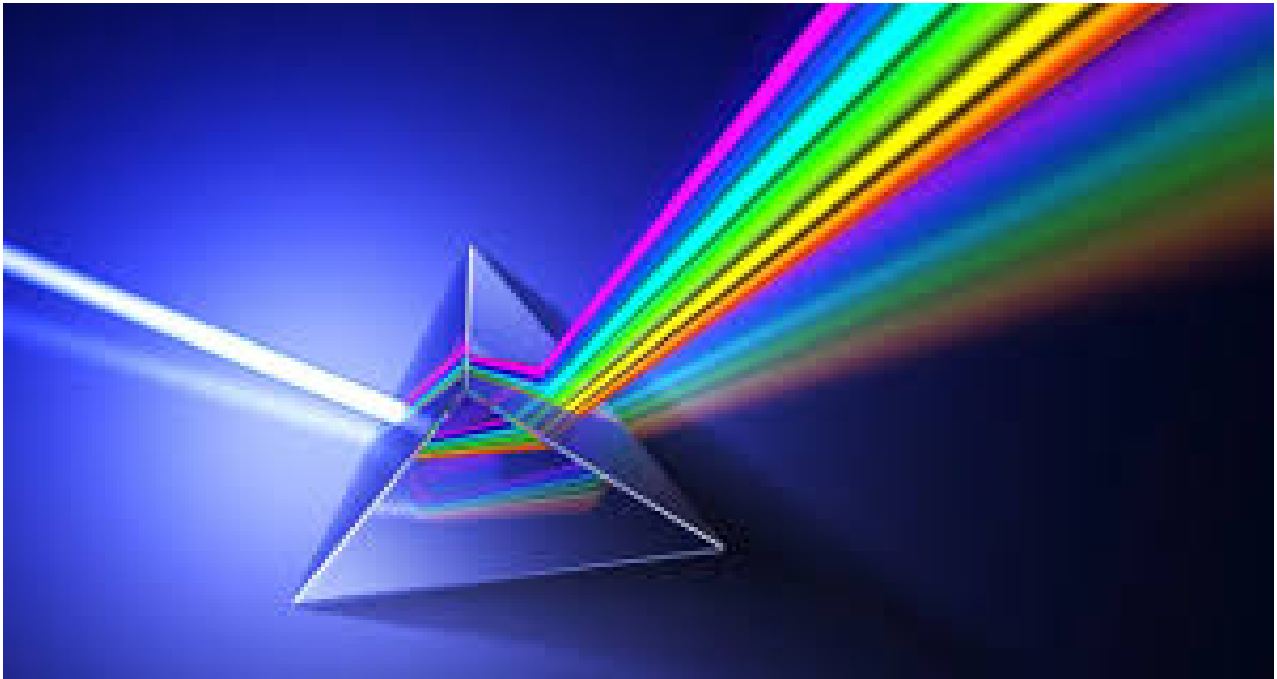
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грінберг, С. «Фізика в мистецтві: Роль науки у творчості художників». Київ: Наукова думка. 2010р., 176с.
2. Левін, В. І. «Основи фізики для художників та дизайнерів». Харків: ХНУ. 2015 р., 307 с
3. Джеймс, С. «Мистецтво та наука: Зв'язок між фізичними принципами і художнім вираженням». Нью-Йорк: Routledge. 2018 р. 204 с.
4. Бенеш, Р. «Фізика кольору і світла у мистецтві». Львів: ЛДУ, 2013 р.
5. Мітчелл, Т. «Фізика в сучасному мистецтві: Інтерактивні технології та експерименти». Лондон: Springer, 2012 р.
6. Савченко, І. М. «Технології у сучасному мистецтві: Використання фізичних ефектів для творчості». Київ: Державний університет. 2019р., 214 с.
7. Террелл, Дж. «Проектування простору і світла: фізика у творчості Джеймса Террелла». Архітектурний журнал, 15(2), 34-45, 2009 р.
8. Харрис, П. «Інноваційні матеріали і нанотехнології у сучасному мистецтві». Праці фізичного факультету університету, 12(3), 80-95, 2016 р.
9. Кунц, В. «Взаємодія науки і мистецтва в сучасному світі». Журнал культурних досліджень, 8(4), 55-70, 2020 р.

ІНТЕРНЕТ – РЕСУРСИ

1. <https://chatgpt.com/g/g-mzFmldKjW-chat-gpt>
2. <https://naurok.com.ua/>
3. <https://vseosvita.ua/>

Додаток А



Спектральний склад світла

Додаток Б



Містобудування

Додаток В



Собор Паризької Богоматері

Додаток Г



Театр Епідавра (Давня Греція)

Додаток Г



Собор Святого Петра в Лондоні

Додаток Д



Зал Уолта Діснея в Лос-Анджелесі

Додаток Е



Сіднейський оперний театр

Додаток Є



Музей мистецтв Лувр в Абу-Дабі

Додаток Ж



Сучасний хмарочос The Edge в Амстердамі

Додаток 3



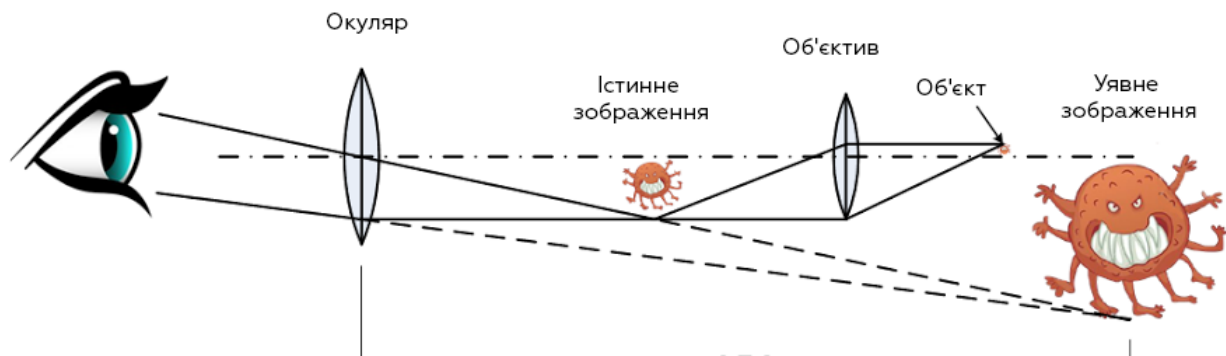
Тришарові скляні панелі

Додаток И



Будівля «Bosco Verticale» . Вертикальний ліс в Мілані

Додаток І



Будова роботи об'єктива

Додаток ІІ



Інтерференція світла

Додаток Й



Сюрреалістичні фото

Додаток К



Ефект слоумо

Додаток Л



Візуальний ефект чорної діри

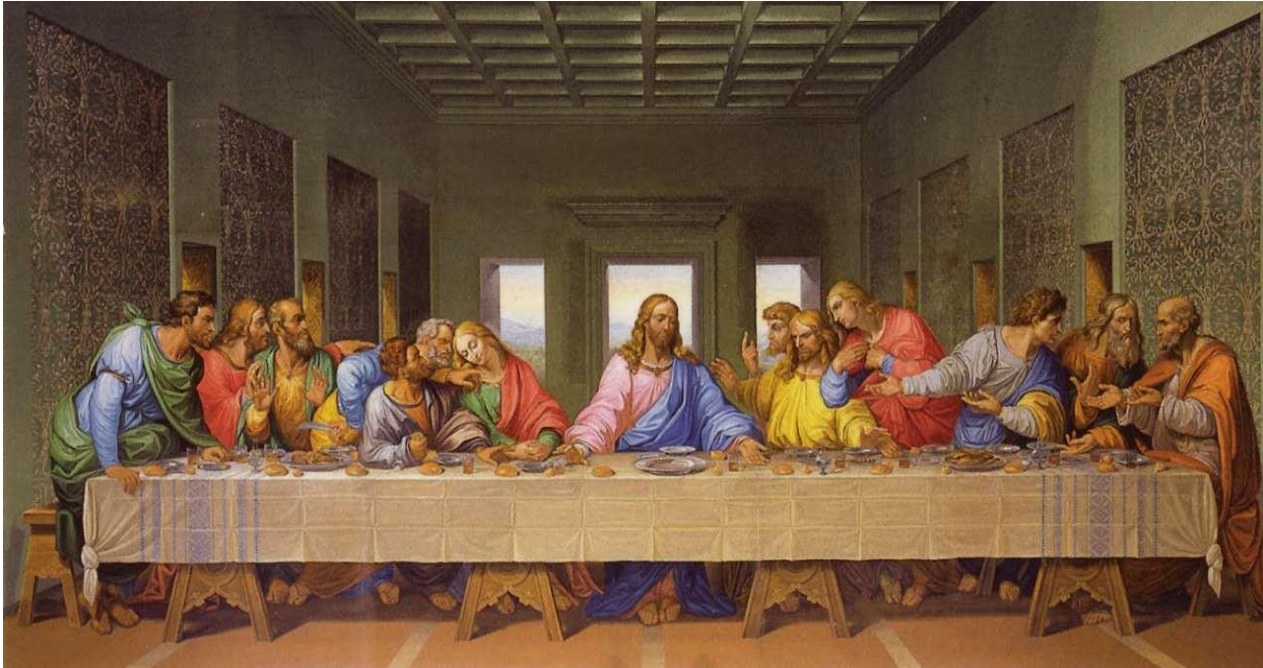
Додаток М



Комп'ютерна графіка

Додаток Н

Картини Леонардо да Вінчі



«Тайна вечеря» Леонардо да Вінчі



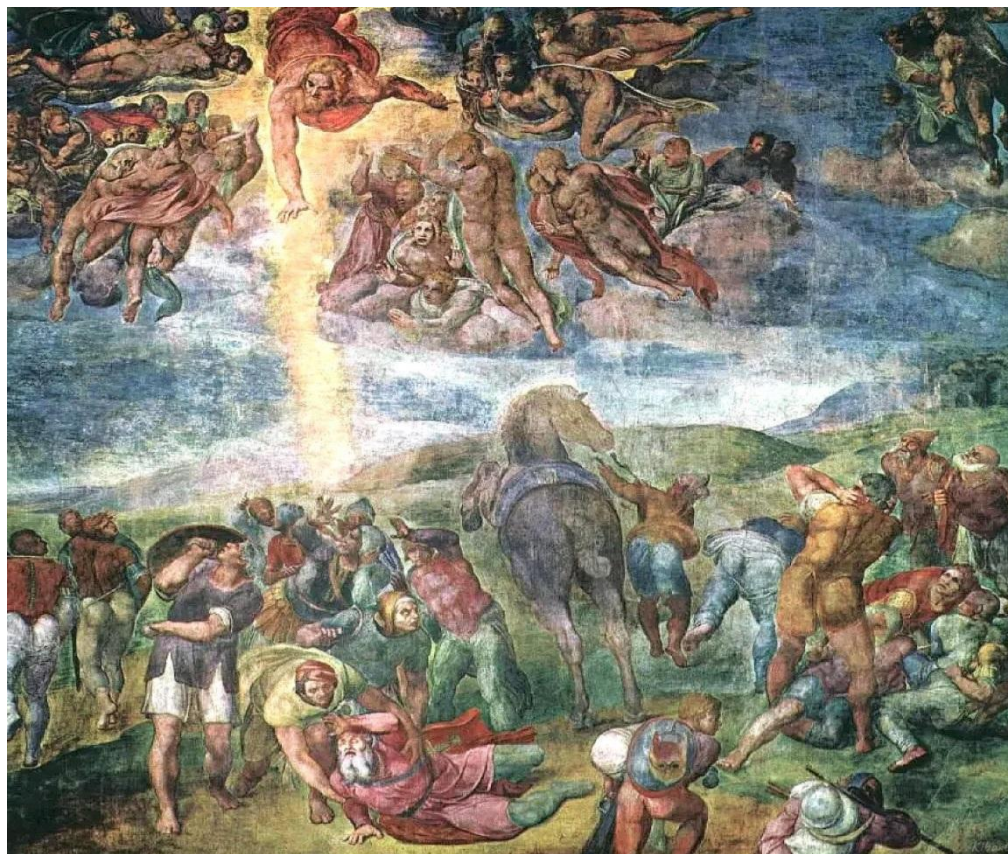
«Мона Ліза»



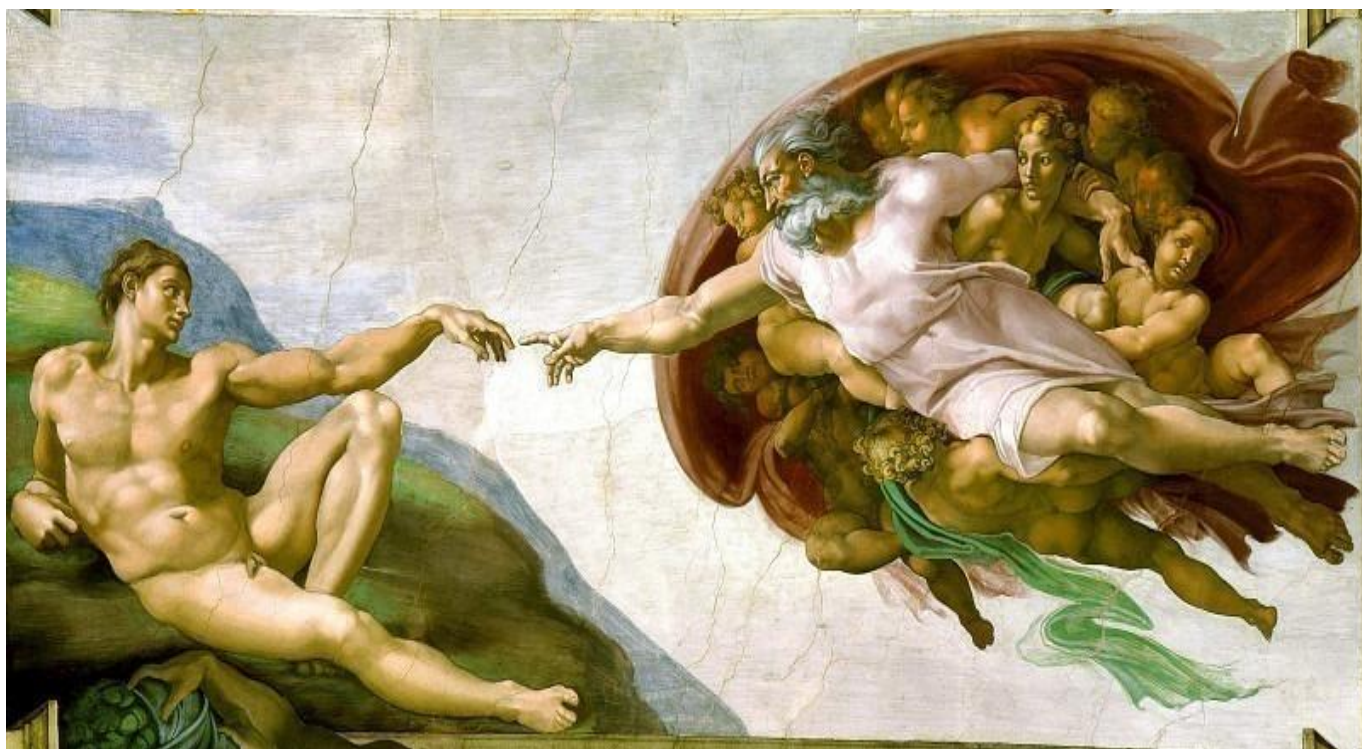
«Пані з горностаєм»

Додаток О

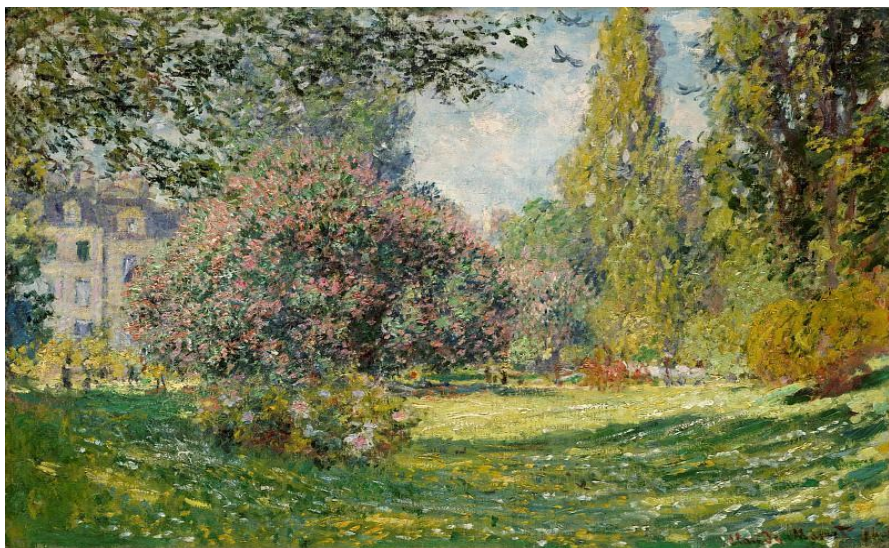
Картини Мікеланджело да Караваджо



«Навернення Савла»



«Створення Адама»



Пейзажі Клода Моне



Палітра кольорів

Додаток С



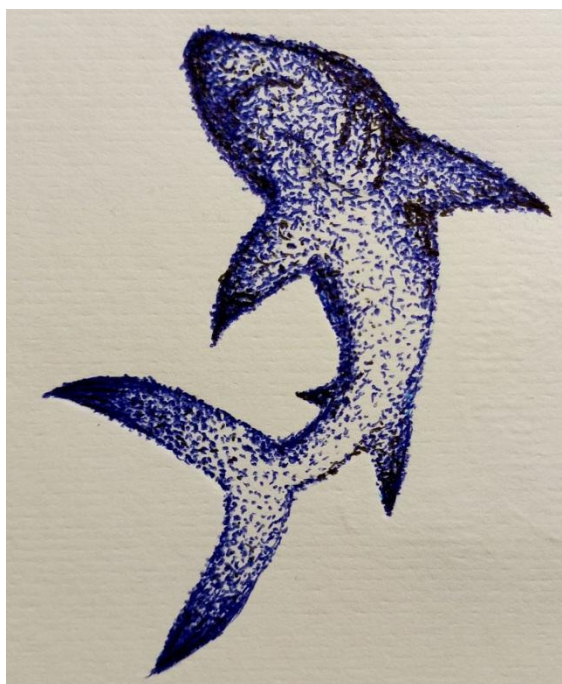
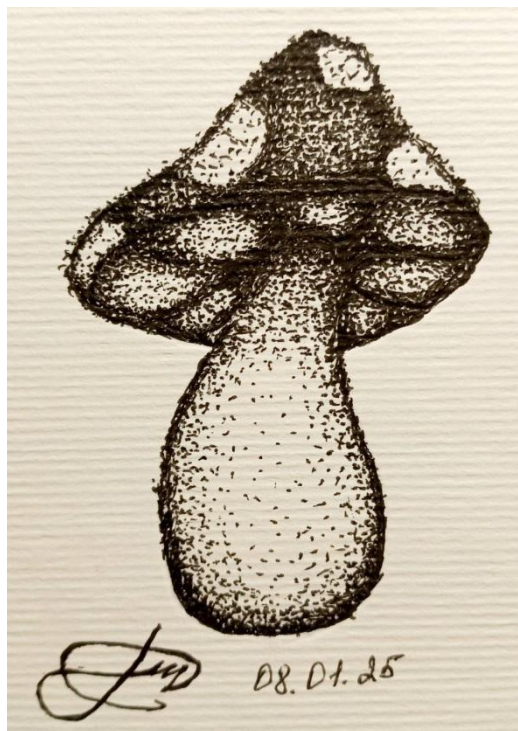
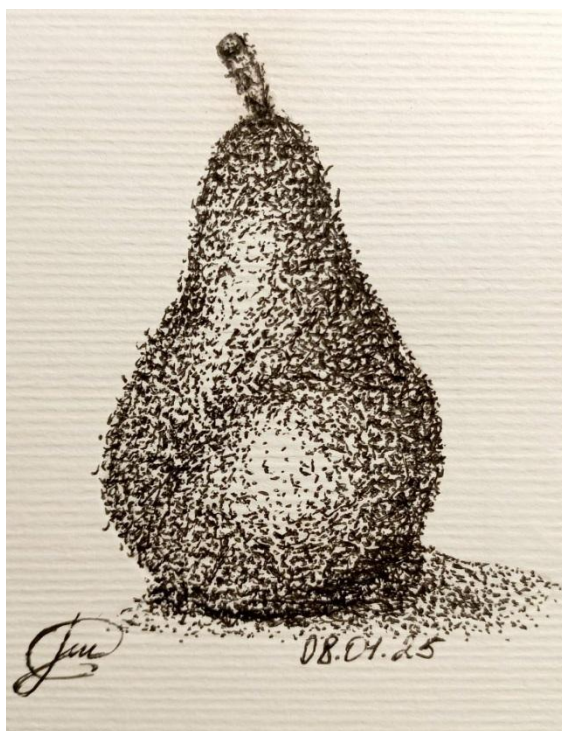
Макет будинку

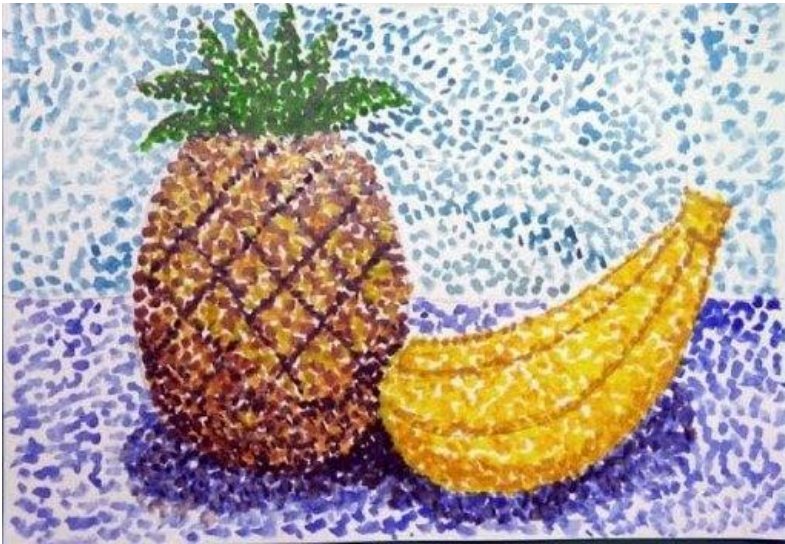
Додаток Т





Інсталяція Sachiko Kodama





Додаток Х

Таблиця 1

Числа	Ноти	Міжнародний стандарт	Приклади накладання нот	
			Дата народження	Мелодія
1	До	C	11.02.1972	C – C – E↑ – D – C – D(↑) – B – D
2	Ре	D	15.02.2010	C – G – E↑ – D – D – E↑ – C – E↑
3	Мі	E	18.06.2010	C – C↑ – E↑ – A – D – E↑ – C – E↑
4	Фа	F	10.10.2009	C – E↑ – C – E↑ – D – E↑ – E↑ – D↑
5	Соль	G	21.06.2010	D – C – E↑ – A – E↑ – C – E↑
6	Ля	A	31.12.2010	E – C – C – D – E↑ – C – E↑
7	Сі	B	14.08.2010	C – F – E↑ – C↑ – D – E↑ – C – E↑
8	До (на октаву вище)	C↑	15.02.2010	C – G – E↑ – D – D – E↑ – C – E↑
9	Ре (на октаву вище)	D↑	21.12.2009	D – C – C – D – D – E↑ – E↑ – D↑
0	Мі (на октаву вище)	E↑	15.06.2011	C – G – E↑ – A – D – E↑ – C – C