

**МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ, МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ

Кафедра інформатики і кібернетики

Назва курсу <i>Нормативний/вибірковий</i>	Комп'ютерна графіка <i>Вибіркова</i>
Ступінь освіти	Магістратура
Освітня програма	Середня освіта. Інформатика Професійна освіта. Цифрові технології Комп'ютерні науки
Рік викладання / Семестр	2024-2025 / <i>непарний семестр</i>
Сторінка курсу в ЦОДТ МДПУ ім. Б.Хмельницького	https://dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=890
Консультації	Очні консультації: згідно графіку роботи кафедри інформатики і кібернетики. Онлайн-консультації: через систему ЦОДТ МДПУ ім. Б. Хмельницького.

1. АНОТАЦІЯ

Навчальна дисципліна «Комп'ютерна графіка» з циклу варіативних компонентів здобувачів вищої освіти передбачає ознайомлення студентів із основами комп'ютерної растрової графіки, засобами створення таких цифрових продуктів дизайну як піксельарт. На основі вивчення графічних редакторів та принципів роботи растрової графіки у ході дисципліни студентам пропонується освоїти способи створення та обробки піксельного мистецтва з акцентом на його використанні в ігровій індустрії.

Основою вивчення дисципліни є засвоєння сучасних принципів роботи з растровою комп'ютерною графікою, відповідними графічними редакторами та способи її створення для використання в індустрії комп'ютерних ігор.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСУ

Метою дисципліни є надання загальних відомостей про комп'ютерну графіку та процес використання растрової графіки та оволодіння вміннями створення та редагування цифрових зображень у стилі піксельарту.

Завданнями курсу є:

- 1) ознайомити з історією та сучасними трендами комп'ютерної графіки;
- 2) ознайомити з способами створення піксельного мистецтва;
- 3) навчити використовувати графічні редактори з метою створення піксельних зображень для індустрії комп'ютерних ігор.

3. ОБСЯГ КУРСУ

Вид заняття	Загальна кількість	Лекції	Практичні/ лабораторні заняття	Самостійна робота
Кількість годин	120 годин	30 годин	14 годин	76 годин

4. ПОЛІТИКА КУРСУ

Політика навчання через дослідження:

Курс є складовою освітньо-професійної програми, тому усі його складові розглядаються у контексті відповідності наукових інтересів бакалаврів.

Політика академічної поведінки та етики:

Не пропускати та не запізнюватися на заняття за розкладом;

Вчасно виконувати завдання семінарів та питань самостійної роботи;

Вчасно та самостійно виконувати контрольні-модульні завдання.

Дотримуватись Кодексу академічної доброчесності, прийнятого у МДПУ імені

Богдана Хмельницького https://mdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/Kodeks-akadem-dobrochesnosti_2020.pdf та Положення про Академічну доброчесність https://mdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/akademichna-dobrochesnist_2020.pdf. Здобувачі освіти мають самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та періодичного контролю, самостійні завдання, посилаючись на джерела інформації у разі запозичень ідей, тверджень, відомостей; дотримуватись норм законодавства про авторське право.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Поточний контроль: усне опитування в ході лекцій та практичних занять, перевірка завдань (у тому числі самостійної роботи), оцінювання правильності вирішення тестових та практичних завдань на семінарських заняттях.

5. СТРУКТУРА КУРСУ
5.1. СТРУКТУРА ВСЬОГО КУРСУ

Кількість годин	Тема	Форма діяльності (заняття, кількість годин)	Література	Завдання	Вага оцінки	Термін виконання
Блок 1.						
1	Тема 1. Поняття про комп'ютерну графіку і цифровий дизайн	Лекція (2)	6, 15, 34	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	впродовж навчального семестру (перший періодичний контроль)
2	Тема 2. Мистецтво PixelArt, контурінгу та лайнарт	Лекція (2)	2,3,7-10	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
3	Тема 3. Технічне завдання на розробку персонажа	Лабораторна робота (2)	17, 29, 35, 37	Виконання завдань лабораторної роботи	5	
4	Тема 4. Формати Raw - CIFF і DNG ORF. Комплексні формати графічних файлів - CDF, DjVu, EPS, PDF, PICT, PS, SWF, XAML	Самостійна робота (12)	36	Виконання завдань самостійної роботи	-	
5	Тема 5. Згладжування в піксель артi	Лекція (2)	2,3,7-10	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
6	Тема 6. Теорія кольору в Піксель артi	Лекція (2)	1, 11-14	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
7	Тема 7. Створення лайнарту спрайта персонажа гри	Лабораторна робота (2)	38	Виконання завдань лабораторної роботи	5	
8	Тема 8. Shading та джерела освітлення	Лекція (2)	1, 19, 24	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
9	Тема 9. Згладжування контурів спрайту персонажа гри	Лабораторна робота (2)	26	Виконання завдань лабораторної	5	

				роботи		
10	Тема 10. Лайн-Арт: суть «лінійного» стилю	Самостійна робота (12)	26	Виконання завдань самостійної роботи	-	
11	Тема 11. Оптимізація для кращого читання	Лекція (2)	1	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
12	Тема 12. Анімація персонажу гри	Лекція (2)	1, 5	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
13	Тема 13. Як створити ізометричну піксельну художню кімнату в Adobe Photoshop	Самостійна робота (12)	36	Виконання завдань самостійної роботи	-	
Блок 2.						
14	Тема 14. Дизерінг та техніка градієнтів	Лекція (2)	1, 18, 27	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
15	Тема 15. Добір кольорового рішення для спрайту персонажа гри	Лабораторна робота (2)	4, 23	Виконання завдань лабораторної роботи	5	
16	Тема 16. Перспектива ігрового оточення	Лекція (2)	1, 20, 31	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	впродовж навчального семестру (другий періодичний контроль)
17	Тема 17. Плиткові фони	Лекція (2)	25, 22	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	
18	Тема 18. Як створити Pixel Art Portrait в Adobe Photoshop	Самостійна робота (12)	36	Виконання завдань самостійної роботи	-	
19	Тема 19. Анімація pixelart. Анімація світла та тіні	Лекція (4)	1, 32	Відповіді на контрольні питання до лекції	-	

20	Тема 20. Шейдінг спрайту персонажа гри	Лабораторна робота (2)	39	Виконання завдань лабораторної роботи	5
21	Тема 21. Очищення малюнку	Лекція (4)	1, 32	Відповіді на контрольні питання до лекції	-
22	Тема 22. Створіть ізометричний піксель-арт-квартирний будинок в Adobe Photoshop	Самостійна робота (16)	36	Виконання завдань самостійної роботи	-
23	Тема 23. Створення плиткового фону гри	Лабораторна робота (4)	1	Виконання завдань лабораторної роботи	5
24	Тема 24. Субпікселізація	Лекція (2)	1, 21, 28, 33	Відповіді на контрольні питання до лекції	-
25	Тема 25. Створення ізометричного піксельного символу в Adobe Photoshop	Самостійна робота (12)	36	Виконання завдань самостійної роботи	-

5.2. СТРУКТУРА КУРСУ (ЛЕКЦІЙНИЙ БЛОК)

Теми лекцій та питання, що вивчаються
<p>Поняття про комп'ютерну графіку і цифровий дизайн</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Історія комп'ютерної графіки 2. Дозвіл зображення і його розмір 3. Види комп'ютерної графіки 4. Формати графічних зображень 5. Поняття про цифровий дизайн
<p>Мистецтво PixelArt, контурінгу та лайнарт</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Історія PixelArt. 2. Програми для малювання Pixel art. 3. Апаратне забезпечення. 4. Інструменти. 5. Лайн арт. 6. Контур
<p>Згладжування в піксель артi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про згладжування (antialiasing). 2. Де потрібно згладжувати 3. Згладжування для різних типів ліній 4. Вага лінії
<p>Теорія кольору в Піксель артi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вступ до теорії кольору

<ul style="list-style-type: none"> 2. Палітри 3. Обмеження
<p>Shading та джерела освітлення</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Навіщо потрібна тінь? 2. Алгоритми роботи тінню 3. Основні помилки 4. Розсіяне освітлення
<p>Оптимізація для кращого читання</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Поняття про читабельність спрайта 2. Дизайн персонажів і пропорції 3. Спрайти і фони 4. Згладжування і дизерінг
<p>Анімація персонажу гри</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Поняття про анімацію у піксель артi 2. Ключові прийоми анімації 3. Обмежувальні рамки 4. Прокрутка с параллаксом
<p>Дизерінг та техніка градієнтів</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Поняття про техніку дизерінга 2. Інші форми дизерінгу 3. Пензлі для дизерінга
<p>Перспектива ігрового оточення</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Ігрова перспектива 2. Паралінійні види 3. Створення об'єктів 4. Справжня перспектива
<p>Плиткові фони</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Створення наборів мозаїк 2. Створення безшовного фону 3. Застосування узор
<p>Анімація pixelart. Анімація світла та тіні</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Анімація світла площинами 2. Анімація світла по контуру об'єкта 3. Освітлення різних поверхонь 4. Анімація персонажів. Хода
<p>Очищення малюнку</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Грубе і детальне очищення малюнку 2. Налаштування спрайту 3. Масштабування та обертання 4. Досягнення різкості 5. Бандування
<p>Субпікселізація</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Поняття про субпікселінг 2. Важливість ваги лінії 3. Робота із напрямком і рухом

5.3. СТРУКТУРА КУРСУ (ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ)

Теми практичних занять та питання, що вивчаються
<p>Технічне завдання на розробку персонажа</p> <ul style="list-style-type: none"> Аналіз ідеї створення ігрового персонажу Розробка технічного завдання для персонажу гри
<p>Створення лайнарту спрайта персонажа гри</p> <ul style="list-style-type: none"> Створення спрайта персонажу гри за розробленим брифом

Згладжування контурів спрайту персонажа гри Anti-aliasing (AA) - це уявлення зображення в згладженому Робота над згладжуванням контурів
Добір кольорового рішення для спрайту персонажа гри Використання теорії кольору та кольороподілу для створення піксель арту Інструменти для роботи з кольором цифрового зображення
Шейдінг спрайту персонажа гри Робота з шейдінгом Накладання тіні та світла
Створення плиткового фону гри Створення плиткового фону гри у графічному редакторі для піксель арту

5.4 СТРУКТУРА КУРСУ (ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ)

Теми для самостійного опрацювання
Формати Raw - CIFF і DNG ORF. Комплексні формати графічних файлів - CDF, DjVu, EPS, PDF, PICT, PS, SWF, XAML.
Лайн-Арт: суть «лінійного» стилю. Лайн-Арт в графічному дизайні та ілюстраціях.
Як створити ізометричну піксельну художню кімнату в Adobe Photoshop
Як створити Pixel Art Portrait в Adobe Photoshop
Створіть ізометричний піксель-арт-квартирний будинок в Adobe Photoshop
Створення ізометричного піксельного символу в Adobe Photoshop

6. ФОРМИ КОНТРОЛЮ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про бально-накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у МДПУ імені Богдана Хмельницького» (протокол №5 від 24.10.2019) <https://drive.google.com/file/d/1BDRNtAJupqmHkldtICJTkL-LNTIjWRX/view>.

Форми контролю: поточний та періодичний контроль, підсумковий семестровий контроль (залік).

Методи навчання. Студентсько-центроване навчання. Професійно-орієнтоване навчання, індивідуально-творчий підхід. Очний (*offline*) у вигляді лекційних та семінарських занять. Змішаний (*blended*) через систему Центру освітніх дистанційних технологій МДПУ імені Б.Хмельницького, Zoom, Інтернет. Усі складові курсу розглядаються у контексті відповідності наукових інтересів бакалаврів.

Словесні методи (розповідь, лекція); наочні методи (ілюстрування, демонстрування); лабораторні роботи; методи стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності; інтерактивні методи (дослідні методи (проект), мозковий штурм), самостійна робота студентів.

7. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ

Загальна система оцінювання курсу	За семестр з курсу дисципліни проводяться два періодичні контролю (ПКР), результати яких є складником результатів контрольних точок першої (КТ1) і другої (КТ2). Результати контрольної точки (КТ) є сумою поточного (ПК) і періодичного контролю (ПКР): $КТ = ПК + ПКР$. Максимальна кількість балів за контрольну точку (КТ) складає 50 балів. Максимальна кількість балів за періодичний контроль (ПКР) становить 60 % від максимальної кількості балів за контрольну точку (КТ), тобто 30 балів. А 40 % балів, тобто решта балів контрольної точки, є бали за поточний контроль, а саме 20 балів. Результати поточного контролю обчислюються як
--	--

	<p>середньозважена оцінок ($X_{ср}$) за діяльність студента на практичних (семінарських) заняттях, що входять в число певної контрольної точки. Для трансферу середньозваженої оцінки ($X_{ср}$) в бали, що входять до 40 % балів контрольної точки (КТ), треба скористатися формулою: $ПК = (X_{ср}) * 20 / 5$. Таким чином, якщо за поточний контроль (ПК) видів діяльності студента на всіх заняттях $X_{ср} = 4.1$ бали, які були до періодичного контролю (ПКР), то їх перерахування на 20 балів здійснюється так: $ПК = 4.1 * 20 / 5 = 4.1 * 4 = 16.4 // 16$ (балів). За періодичний контроль (ПКР) студентом отримано 30 балів. Тоді за контрольну точку (КТ) буде отримано $КТ = ПК + ПКР = 16 + 30 = 46$ (балів).</p> <p>Студент має право на підвищення результату тільки одного періодичного контролю (ПКР) протягом двох тижнів після його складання у випадку отримання незадовільної оцінки. Якщо підсумковим контролем вивчення дисципліни є диференційований або недиференційований залік, то набраних таким чином 60 і більше балів достатньо для його зарахування.</p> <p>Якщо підсумковим контролем є екзамен, на його складання надається 100 балів за виконання тестів (або задач чи завдань іншого виду). Загальний рейтинг з дисципліни (ЗР) складається з суми балів (Е), отриманих на екзамені, і підсумкової оцінки (ПО) та ділиться навпіл. $ЗР = (ПО + Е) / 2$</p>
<p>Практичні заняття</p>	<p>«5» – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі розрахункові / тестові завдання. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.</p> <p>«4» – студент достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових / тестових завдань. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.</p> <p>«3» – студент в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових / тестових завдань. Має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.</p> <p>«2» – студент не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань,</p>

	<p>допускаючи при цьому суттєві неточності. Правильно вирішив окремі розрахункові / тестові завдання. Безсистемно відділяє випадкові ознаки вивченого; не вміє зробити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.</p> <p>«1» – студент виконав менше половини завдання практичної роботи або не виконав зовсім; під час усних відповідей не розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Не відповідає на елементарні питання.</p>
Періодичний контроль знань і вмінь студентів	<p style="text-align: center;">60 балів</p> <p>За кожний ПМК максимум 30 балів: 30 тестових питань, 1 питання оцінюється в 1 бал (за принципом вірна відповідь – 1 бал, не вірна – 0).</p>
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Студент, який навчається стабільно на «відмінні» оцінки і саме такі оцінки має за періодичні контролю, накопичує впродовж вивчення навчального курсу 90 і більше балів, має право не складати екзамен з даної дисципліни.</p> <p>Студент зобов'язаний відпрацювати всі пропущені семінарські заняття протягом двох тижнів. Невідпрацьовані заняття (невиконання навчального плану) є підставою для недопущення студента до підсумкового контролю.</p>
Підсумковий контроль	<p>Підсумковим контролем вивчення навчальної дисципліни є недиференційований залік. Набраних протягом семестру 60 і більше балів достатньо для його зарахування.</p>

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Azzi M. Pixel Logic. A guide to pixel art. 2019. 242 с.
2. Silber, D. (2015). Pixel art for game developers. CRC Press.
3. Коновалюк С.С. (2017). Піксель-арт як феномен у системі графічного дизайну. Культура і сучасність, (2), 207-211.
4. Прищенко С.В. Кольорознавство : навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 436 с.
5. Річард В. Анімація. Посібник з виживання. Київ: ArtHuss, 2019. 384 с.

6. Чемерис Г. Ю., Осадча К. П. Проектування користувацького інтерфейсу: навчальний посібник для викладачів та студентів закладів вищої освіти. ФОП Однорог Т.В., 2019. 300 с.

Додаткова

7. Inglis, T. C., Vogel, D., & Kaplan, C. S. (2013). Rasterizing and antialiasing vector line art in the pixel art style. Proceedings of the Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering - NPAR '13. doi:10.1145/2486042.2486044
8. Kopf, J., & Lischinski, D. (2011). Depixelizing pixel art. ACM SIGGRAPH 2011 Papers on - SIGGRAPH '11. doi:10.1145/1964921.1964994
9. Lyon, R. F. (2006). A brief history of "pixel." Digital Photography II. doi:10.1117/12.644941
10. Yue, Y., Iwasaki, K., Chen, B.-Y., Dobashi, Y., & Nishita, T. (2012). Pixel Art with Refracted Light by Rearrangeable Sticks. Computer Graphics Forum, 31(2pt3), 575–582. doi:10.1111/j.1467-8659.2012.03036.x
11. Прищенко С.В. Кольорознавство : навч. посіб. К.: ДАККшМ, 2009. 358 с.
12. Прокопович Т. Основи кольорознавства: навч. посіб. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 119 с.
13. Шевченко В. Е. Колористика: Електронні дидактичні демонстраційні матеріали. Тема: Теорія кольору. К. : Інститут журналістики, 2013.
14. Шевченко В.Е. Теорія кольору : текст лекції. К. : Інститут журналістики, 2012. 60 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

15. A Brief History of Computer Graphics. URL: https://deseng.ryerson.ca/dokuwiki/mec222:brief_history_of_computer_graphics.
16. Computer graphics. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_graphics.
17. Design brief. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Design_brief.
18. Dithering for Pixel Artists. URL: <https://pixelparmesan.com/dithering-for-pixel-artists>.
19. Drawing shadows. URL: https://juliannakunstler.com/art1_shadows.html.
20. Game perspectives for 2D games. URL: <https://docs.unity3d.com/2021.1/Documentation/Manual/Quickstart2DPerspective.html>.
21. Give your sprites depth with sub-pixel animation. URL: <https://2dwillneverdie.com/tutorial/give-your-sprites-depth-with-sub-pixel-animation>.
22. How to Create a Seamless Background Pattern in Photoshop. URL: <https://icons8.com/articles/how-to-create-a-seamless-background-pattern-inphotoshop>
23. How to start making pixel art #6. URL: <https://medium.com/pixel-grimoire/how-to-start-making-pixel-art-6-a74f562a4056>.
24. LIGHT - a detailed tutorial. URL: <http://www.itchy-animation.co.uk/tutorials/light01.htm>, <http://www.itchy-animation.co.uk/tutorials/light02.htm>, <http://www.itchy-animation.co.uk/tutorials/light03.htm>, <http://www.itchy-animation.co.uk/tutorials/light04.htm>.
25. Making Pixel Art Tilesets in Hexels. URL: <https://marmoset.co/posts/making-pixel-art-tilesets-hexels>
26. Medeiros P. How to start making pixel art #5. URL: <https://medium.com/pixel-grimoire/how-to-start-making-pixel-art-4-ff4bfcd2d085>.
27. Pixel Art & Dithering. URL: <https://drububu.com/tutorial/pixel-art-and-dithering.html>.
28. Pixel Art Anti Aliasing and Sub Pixel Animation. URL: https://www.youtube.com/watch?v=heYTJnsPE-c&ab_channel=ThePassiveAggressor.
29. Reference. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Reference>.
30. Sub-pixel resolution. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sub-pixel_resolution.

31. The Four Perspectives of Game Design: Insight from the Mobile Fringe. URL: <https://www.gamedeveloper.com/design/the-four-perspectives-of-game-design-insight-from-the-mobile-fringe>.
32. The Pixel Art Tutorial. URL: https://pixeljoint.com/forum/forum_posts.asp?TID=11299&PID=139318#139318.
33. What is Sub-Pixel Animation? URL: https://www.youtube.com/watch?v=Wqd6epIWо6E&ab_channel=LuisZuno.
34. Стандартні роздільні здатності. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Роздільна_здатність_дисплея#/media/Файл:Vector_Video_Standards8.svg
35. Технічне завдання. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічне_завдання.
36. Теми для самостійного опрацювання. URL: <https://dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=890#section-4>.
37. Що таке «бриф» і навіщо він потрібен? URL: <https://business.diaa.gov.ua/handbook/marketing/so-take-brif-i-naviso-vin-potriben>.
38. Як малювати і розфарбовувати з допомогою Microsoft Paint. URL: <http://help-me.pp.ua/13513-yak-malyuvati-rozfarbovuvati-z-dopomogoyu-microsoft-paint.html>.
39. Як створити цікавого персонажа. URL: <https://narrative.com.ua/yak-stvoryty-tsikavogo-personazha>.