МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ КЛІНІЧНИХ СИТУАЦІЙ

у симуляційному навчанні студентів стоматологів в Україні

Терехов С.С., Дікова І.Г., Татаріна О.В.,
Строченко Є.О., Мельник Н.С.

Моделювання реальних клінічних ситуацій у симуляційному навчанні студентів стоматологів в Україні

Автори
Терехов *Сергій Сергійович,* ***Дікова*** *Інна Гарольдівна,*
Татаріна *Ольга Володимирівна,* ***Строченко*** *Євгеній Олександрович,*
Мельник *Надія Степанівна*

Книга «Моделювання реальних клінічних ситуацій у симуляційному навчанні студентів стоматологів в Україні» (автори: С. С. Терехов, І. Г. Дікова, О. В. Татаріна, Є. О. Строченко, Н. С. Мельник) присвячена одній із найбільш актуальних проблем сучасної стоматологічної освіти — впровадженню симуляційних технологій як системного компонента підготовки майбутніх лікарів-стоматологів. Актуальність видання зумовлена глобальними тенденціями трансформації медичної освіти, зростанням вимог міжнародних акредитаційних стандартів, поширенням цифрових технологій (VR/AR, штучний інтелект, гаптичний зворотний зв'язок), а також необхідністю адаптації української стоматологічної освіти до європейського та світового освітнього простору. Метою книги є всебічне розкриття концепції симуляційного навчання в стоматології, аналіз його теоретико-методологічних засад, практичних технологій та організаційних механізмів упровадження в Україні в контексті світових освітніх стандартів. Видання охоплює п'ять тематичних розділів. У книзі систематизовано педагогічні, клінічні та технологічні передумови симуляційної підготовки; розкрито специфіку застосування симуляційних сценаріїв у терапевтичній стоматології; обґрунтовано методи формативного та сумативного оцінювання клінічних навичок, зокрема формат ОСКІ; проаналізовано організаційно-педагогічні та етичні аспекти впровадження симуляційного навчання; представлено технології моделювання клінічних кейсів із використанням симуляторів високої віртуалізації, цифрового моделювання та інтеграції штучного інтелекту. Методологічна новизна полягає в міждисциплінарному підході, що поєднує досягнення педагогіки, медичної інформатики, клінічної стоматології та когнітивних наук. Симуляційні технології представлено не як допоміжний дидактичний інструмент, а як самостійне освітньо-клінічне середовище формування інтегрованих професійних компетентностей. Книга адресована здобувачам додипломної та післядипломної стоматологічної освіти, інтернам, викладачам стоматологічних факультетів, керівникам і методистам симуляційних центрів, а також науковцям, які досліджують проблеми медичної педагогіки та інноваційних освітніх технологій.

©Терехов С. С., Дікова І. Г., Татаріна О. В., Строченко Є. О., Мельник Н. С.

Рік видання: 2026

ISBN

Видавець Futurity Research Publishing

Про авторів

Терехов Сергій Сергійович

асистент кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

Дікова Інна Гарольдівна

кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри терапевтичної стоматології, стоматологічний факультет, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна,

Татаріна Ольга Володимирівна

кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри ортопедичної стоматології, Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

Строченко Євгеній Олександрович

кандидат медичних наук, доцент кафедри терапевтичної та дитячої стоматології, Одеський національний медичний університет, Україна

Мельник Надія Степанівна

кандидат медичних наук, доцент кафедри терапевтичної стоматології, Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ, Україна

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ 9

1.1 Педагогічні та клінічні передумови використання симуляційного підходу в підготовці стоматологів 9

1.2. Еволюція симуляційних технологій у медичній освіті: світовий і український контекст 20

1.3. Освітньо-клінічна парадигма компетентнісного підходу в сучасній стоматології 32

1.4. Теорія сценарного моделювання як основа для формування клінічного мислення 45

1.5. Акредитаційні вимоги до симуляційних центрів в Україні та ЄС: порівняльний аналіз 58

Висновки до розділу 1 70

Список використаних джерел до розділу 1 71

РОЗДІЛ 2. СИМУЛЯЦІЙНЕ НАВЧАННЯ В ТЕРАПЕВТИЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ 82

2.1. Специфіка клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології 82

2.2. Моделювання діагностики карієсу, пульпіту, періодонтиту 94

2.3. Використання фантомів та віртуальних тренажерів для відпрацювання препарування, пломбування, ізоляції робочого поля 108

2.4. Алгоритми клінічного прийняття рішень у терапевтичній стоматології 117

2.5. Типові OSCE-станції для оцінювання умінь з терапевтичної стоматології 130

Висновки до розділу 2 140

Список використаних джерел до розділу 2 141

РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ КЛІНІЧНИХ НАВИЧОК І ЕФЕКТИВНОСТІ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ 150

3.1. Методи формативного та сумативного оцінювання клінічної готовності 150

3.2. Об’єктивно структуровані клінічні іспити (ОСКІ-1 та ОСКІ-2) у стоматологічній освіті України 160

3.3. Рефлексивний компонент у симуляційній практиці: чек-листи, відеоаналіз, фідбек 171

3.4. Стандартизація оцінювання в умовах симуляційного середовища 183

3.5. Емпіричні дослідження ефективності симуляційних методів у підготовці стоматологів в Україні 197

Висновки до розділу 3 212
Список використаних джерел до розділу 3 214
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ ТА ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ 219
4.1. Міждисциплінарна команда як ключовий чинник ефективного симуляційного процесу 219
4.3. Управління ризиками та стандарти безпеки в симуляційних клінічних сесіях 248
4.4. Стратегії інтеграції симуляційного навчання в навчальні плани стоматологічних факультетів 261
4.5. Перспективи державної політики та інституційної підтримки симуляційної стоматологічної освіти в системі безперервного професійного розвитку лікарів-стоматологів в Україні 276
Висновки до розділу 4 290
Список використаних джерел до розділу 4 293
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІНІЧНИХ КЕЙСІВ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ 300
5.1. Системний підхід до розроблення клінічного сценарію: структура, завдання, диференціація 300
5.2. Класифікація й типологія симуляційних ситуацій: діагностичні, хірургічні, ургентні, міждисциплінарні кейси 315
5.3. Застосування симуляторів високої віртуалізації в стоматологічних маніпуляціях 330
5.4. Технології цифрового моделювання патологій зубощелепної системи 343
5.5. Інтеграція штучного інтелекту та VR/AR у клінічні симуляції: перспективи 2026 року 358
Висновки до розділу 5 373
Список використаних джерел до розділу 5 375
ВИСНОВКИ 382
ДОДАТКИ 385
КЛЮЧОВІ ТЕРМІНИ ТА ПОНЯТТЯ 387

ВСТУП

Симуляційне навчання у стоматологічній освіті посідає провідне місце серед сучасних педагогічних технологій, оскільки забезпечує інтеграцію академічних знань із практичними навичками в контрольованому та безпечному середовищі. Його значення полягає у формуванні клінічного мислення, відпрацюванні технічної точності та розвитку комунікативних компетентностей, що є ключовими чинниками успішної професійної діяльності лікаря-стоматолога. Універсальність симуляційного підходу дозволяє створювати навчальні сценарії, максимально наближені до реальних клінічних ситуацій, що істотно підвищує ефективність освітнього процесу та мінімізує ризики під час подальшої роботи з пацієнтами.

Актуальність досліджуваної проблематики зумовлюється глобальними тенденціями трансформації медичної освіти, поширенням цифрових технологій, інтеграцією віртуальної та доповненої реальності, систем із гаптичним зворотним зв'язком, а також посиленням вимог міжнародних акредитаційних стандартів до підготовки медичних кадрів. Водночас особливості розвитку української стоматологічної освіти визначають необхідність адаптації сучасних симуляційних методик, їх стандартизації та інтеграції в систему компетентнісного підходу. Це дає змогу підвищити якість практичної підготовки, забезпечити прозорість оцінювання і сприяти входженню національної системи освіти в європейський та світовий освітній простір.

Цільовою аудиторією книги є здобувачі додипломної та післядипломної освіти, інтерни, а також викладачі стоматологічних факультетів і симуляційних центрів. Для майбутніх стоматологів ця праця слугує дороговказом у формуванні професійної майстерності та

клінічного мислення; для інтернів –інструментом поглиблення практичних навичок і наближення до самостійної діяльності; для викладачів – методичною основою розроблення освітніх програм, що поєднують педагогічні й технологічні інновації.

Метою книги є всебічне розкриття концепції симуляційного навчання в стоматологічній освіті, аналіз його теоретико-методологічних засад, практичних технологій та організаційних механізмів упровадження в Україні в контексті світових освітніх стандартів.

Завдання книги полягають у:

1) узагальненні педагогічних, клінічних і технологічних передумов симуляційної підготовки стоматологів;

2) систематизації досвіду використання симуляційних технологій у терапевтичній та інших галузях стоматології;

3) визначенні методів оцінювання ефективності симуляційного навчання;

4) окресленні організаційних, педагогічних та етичних аспектів його інтеграції в освітні програми;

5) формулюванні рекомендацій щодо перспектив розвитку симуляційної стоматологічної освіти в Україні.

Предметом книги є симуляційні освітні технології, застосовані в стоматології як комплексне середовище формування професійних компетентностей. Межі дослідження охоплюють аналіз українського та міжнародного досвіду, теоретичні та практичні аспекти розроблення навчальних сценаріїв, питання стандартизації та оцінювання, але не включають детального опису клінічних протоколів чи фармакологічних аспектів лікування.

Методологічна новизна книги полягає в міждисциплінарному підході, що інтегрує сучасні досягнення педагогіки, медичної інформатики, клінічної стоматології та когнітивних наук. Симуляційні

технології розглядаються як комплексні освітні середовища, в яких відбувається не лише відпрацювання мануальних навичок, але й формування клінічного мислення, етичної поведінки та здатності до командної роботи. Поєднання цифрових симуляторів, VR/AR-платформ, штучного інтелекту й аналітичних систем створює нову парадигму навчання, що забезпечує високий рівень об'єктивності та відтворюваності освітніх результатів.

Очікувані результати навчання охоплюють формування інтегрованих клінічних компетентностей, розвиток критичного мислення, здатність приймати рішення у складних клінічних ситуаціях та готовність до міждисциплінарної взаємодії. Використання симуляційних технологій у стоматологічній освіті сприяє зростанню безпеки пацієнтів, підвищенню ефективності лікування й створенню умов для підготовки фахівців, здатних відповідати на виклики сучасної медицини.

Структуру книги побудовано відповідно до поставлених завдань, вона включає п'ять основних розділів. У першому розділі викладено теоретико-методологічні основи симуляційного навчання. Другий розділ присвячено практичним аспектам його застосування в терапевтичній стоматології. У третьому розділі аналізуються методи оцінювання клінічних навичок і ефективності навчання. Четвертий розділ зосереджено на організаційно-педагогічних та етичних аспектах запровадження симуляційного навчання. П'ятий розділ розкриває технології моделювання клінічних кейсів і перспективи інтеграції віртуальної та доповненої реальності й штучного інтелекту. Завершують книгу узагальнювальні висновки і пропозиції щодо подальшого розвитку симуляційної стоматологічної освіти в Україні.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ

1.1 Педагогічні та клінічні передумови використання симуляційного підходу в підготовці стоматологів

Симуляційний підхід у підготовці майбутніх стоматологів являє собою інтегровану освітню технологію, що поєднує принципи відтворення реалістичних клінічних умов та контрольованого педагогічного середовища для формування і відпрацювання професійних компетентностей без ризику для пацієнта [1]. Його сутність полягає у створенні навчальних сценаріїв, які максимально наближені до клінічної практики, але водночас забезпечують можливість багаторазового повторення, детального аналізу та корекції дій здобувача вищої освіти. Базовими принципами цього підходу є реалістичність моделювання, поступове ускладнення завдань, інтеграція теоретичних знань і практичних навичок, а також обов'язкове педагогічне супроводження з наданням структурованого зворотного зв'язку. У системі медичної освіти симуляційний підхід виступає проміжною ланкою між академічною підготовкою та клінічною практикою, забезпечуючи безпечне та ефективне середовище для переходу від засвоєння знань до їх застосування в реальних умовах (табл. 1.1.1).

Таблиця 1.1.1

Базові принципи симуляційного підходу в підготовці майбутніх стоматологів

Принцип	Педагогічний зміст	Клінічне значення	Приклади реалізації в стоматологічній освіті
Реалістичність	Створення умов, що імітують робоче середовище лікаря-стоматолога	Формування відчуття клінічної ситуації, підвищення точності моторних дій	Робота з анатомічно достовірними фантомами та 3D-моделями зубощелепної системи
Поступовість	Поступове ускладнення завдань та маніпуляцій	Мінімізація стресу та помилок під час переходу до складних процедур	Відпрацювання препарування спочатку на цифрових симуляторах, потім – на фантомах
Інтегративність	Поєднання теорії та практики в єдиному освітньому процесі	Забезпечення системності знань і навичок для клінічної роботи	Виконання комплексних завдань з діагностикою, плануванням і лікуванням
Контрольованість	Можливість регулювання темпу, складності та умов навчання	Зменшення ризику помилок і травмування пацієнта	Використання симуляторів із налаштуванням опору тканин або сили тиску інструмента
Зворотний зв'язок	Надання детальних індивідуальних коментарів викладача	Оперативна корекція помилок та закріплення правильних дій	Аналіз відеозаписів маніпуляцій з обговоренням помилок і шляхів їх усунення

Джерело: сформовано на підставі [1; 2; 3]

У сучасних умовах реалізація цих принципів набуває комплексного характеру та ґрунтується на поєднанні апаратних і цифрових рішень. Наприклад, реалістичність моделювання забезпечується фантомами із вбудованими сенсорами, що відтворюють тактильні відчуття та реєструють силу тиску інструмента, дозволяючи викладачу оцінювати не лише кінцевий результат, але й процес виконання маніпуляції. Поступовість упроваджується через багаторівневі навчальні модулі: від віртуальної візуалізації у 3D-

симуляторах до відпрацювання мануальних навичок на фізичних моделях із подальшою адаптацією в клініці. Інтегративність особливо проявляється в міждисциплінарних сценаріях, де здобувач освіти повинен не тільки виконати лікувальну процедуру, а й провести діагностику, скласти план лікування та оцінити прогноз. Контрольованість забезпечується можливістю змінювати клінічні параметри – наприклад, моделювати різний ступінь ураження тканин або варіації анатомії. Зворотний зв'язок виходить за межі традиційних усних коментарів і доповнюється автоматизованими аналітичними звітами, які надають кількісні та якісні показники (час виконання, точність, стабільність рухів), що дозволяє здобувачу вищої освіти відстежувати власний прогрес і цілеспрямовано коригувати стратегію навчання. Такий підхід формує в майбутніх стоматологів не лише технічну майстерність, а й клінічне мислення, стресостійкість і готовність до роботи в непередбачуваних ситуаціях.

Педагогічні передумови впровадження симуляційних методів у підготовку стоматологів ґрунтуються на необхідності формування професійних компетентностей у безпечному й системному навчальному середовищі. Основна увага спрямована не лише на засвоєння інформації, а й на інтеграцію теоретичних знань, мануальних навичок та комунікативних умінь у клінічному процесі. Це зумовлено динамічним розвитком стоматологічних технологій, зростанням вимог до якості медичних послуг і потребою підготовки випускника, здатного діяти автономно в умовах невизначеності. Таблиця 1.1.2 ілюструє ключові педагогічні засади симуляційного навчання та їх вплив на формування клінічних компетентностей.

Таблиця 1.1.2

Педагогічні передумови впровадження симуляційних методів у підготовку стоматологів

Передумова	**Педагогічний зміст**	**Очікуваний вплив на формування компетентностей**	**Приклади реалізації в освітньому процесі**
Компетентнісна орієнтація	Перехід від знаннєвої парадигми до результатів, вимірюваних рівнем сформованих умінь	Забезпечення цілісності підготовки фахівця, готового до практичної діяльності	Інтегровані навчальні модулі з теорією, практикою та оцінюванням у симуляторі
Індивідуалізація навчання	Побудова освітнього процесу з урахуванням рівня підготовки та темпу засвоєння	Підвищення мотивації та якості засвоєння матеріалу	Персоналізовані сценарії в цифрових тренажерах та фантомних лабораторіях
Безпечне середовище	Створення умов для відпрацювання маніпуляцій без ризику для пацієнта	Зниження рівня тривожності здобувача освіти, підвищення впевненості	Практичні заняття на фантомах перед доступом до клініки
Міждисциплінарна інтеграція	Поєднання знань із різних галузей медицини в єдиному освітньому процесі	Формування системного клінічного мислення	Сценарії з елементами діагностики, терапії, ортопедії та пародонтології
Рефлексивне навчання	Стимулювання самоаналізу та корекції власних дій на основі зворотного зв'язку	Підвищення здатності до самоконтролю та безперервного професійного вдосконалення	Аналіз відеозаписів маніпуляцій з подальшим розробленням індивідуального плану дій

Джерело: сформовано на підставі [4; 5; 6]

У практичному контексті ці передумови втілюються через створення гнучких освітніх траєкторій, де симуляційні технології поєднують фантомні лабораторії, цифрові платформи та реалістичні клінічні сценарії. Компетентнісна орієнтація, зокрема, реалізується завдяки впровадженню об'єктивного структурованого клінічного іспиту (ОСКІ), в якому кожна станція моделює конкретну клінічну ситуацію та оцінює не лише технічну точність, але й діагностичну логіку

та комунікативну поведінку здобувача освіти. У Тернопільському національному медичному університеті в грудні 2023 року пілотування ОСКІ охопило близько 60 студентів старших курсів, які працювали з п'ятьма типами клінічних кейсів, як-от: діагностика карієсу та пульпіту, проведення анестезії, препарування та пломбування, ведення пацієнта з пародонтитом, а також ургентна допомога в разі гострого болю. Формат оцінювання включав чек-листи з фіксацією правильності й послідовності дій, відеоаналіз маніпуляцій, а також стандартизований фідбек від викладачів. Використання платформи Moodle дозволило інтегрувати електронне середовище з тестуванням практичних умінь: результати симуляцій автоматично заносилися до електронних карт оцінювання, що забезпечило прозорість, можливість повторного аналізу та корекції підготовки.

Індивідуалізація навчання реалізується шляхом використання віртуальної та доповненої реальності – VR/AR-технологій (Virtual Reality – VR; Augmented Reality – AR), які автоматично регулюють складність завдань залежно від успішності попередніх сесій. Наприклад, у сценарії підготовки до препарування твердих тканин зуба симулятор може змінювати ступінь твердості матеріалу чи варіанти анатомії, наближаючи навчання до реальних умов клініки. Безпечне середовище підтримується завдяки високоточним фантомам із сенсорними системами, які попереджають критичні помилки та фіксують параметри рухів, дозволяючи викладачеві здійснювати формативний контроль на кожному етапі.

Міждисциплінарна інтеграція проявляється у створенні сценаріїв, де здобувач вищої освіти виконує повний цикл лікування – від діагностики до ортопедичного відновлення, як це реалізовано в Симуляційному центрі стоматологічного факультету Одеського національного медичного університету [8]. Рефлексивне навчання доповнюється цифровими аналітичними інструментами, що надають

кількісні показники ефективності, а також рекомендації для індивідуального вдосконалення, формуючи в здобувача освіти здатність до постійного самоконтролю та критичної оцінки власної діяльності. Зокрема, педагогічні передумови симуляційного навчання в стоматології створюють методично цілісну систему, яка не лише підвищує рівень практичної підготовки, але й забезпечує формування комплексних клінічних компетентностей, необхідних для успішної та безпечної професійної діяльності.

Клінічні чинники, що зумовлюють необхідність симуляційної підготовки в стоматології, випливають з особливостей сучасної практики, де якість і безпека лікування залежать не лише від рівня теоретичних знань, але й від стабільності виконання складних мануальних дій, уміння працювати у вузькому операційному полі та швидко адаптуватися до непередбачуваних змін клінічної ситуації. У стоматології навіть незначна помилка може призвести до ускладнень, що відображаються на функціональному стані пацієнта та естетичному результаті лікування. Крім того, сучасний пацієнт очікує мінімальної інвазивності втручань, високої точності діагностики та максимальної комфортності процедури, що вимагає від лікаря-стоматолога не лише технічної майстерності, а й здатності працювати в міждисциплінарному форматі, підтримуючи комунікацію з пацієнтом під час втручання. Саме симуляційна підготовка дозволяє сформувати ці компетентності в контрольованому середовищі до виходу в реальну клініку, знижуючи ризик помилок і підвищуючи прогнозованість результатів лікування (табл. 1.1.3).

Таблиця 1.1.3

Клінічні чинники, що зумовлюють необхідність симуляційної підготовки в стоматології

Клінічний чинник	**Медичне значення**	**Ризики за недостатньої підготовки**	**Приклади відпрацювання в симуляційному середовищі**
Обмежене операційне поле	Необхідність роботи в зоні з низькою видимістю та доступом	Травмування навколишніх тканин, неповне видалення уражених структур	Використання фантомів із реалістичною анатомією та мікроскопічними системами
Високоточні маніпуляції	Робота з тканинами, де похибка вимірюється в десятих частках міліметра	Порушення форми і функції зуба, ускладнення відновлювальних процедур	3D-симулятори препарування з тактильним зворотним зв'язком
Робота з пацієнтами високого ризику	Лікування осіб із супутніми захворюваннями або у складних клінічних умовах	Декомпенсація загального стану, підвищення інтраопераційних ускладнень	Симуляція невідкладних станів та адаптація алгоритмів лікування
Необхідність швидкої адаптації	Здатність змінювати план лікування під час процедури через нові клінічні дані	Затримка у прийнятті рішень, зниження якості лікування	Сценарне моделювання непередбачуваних змін під час втручання
Інтеграція комунікації та техніки	Паралельне виконання мануальних дій і підтримання контакту з пацієнтом	Зростання тривожності пацієнта, зниження довіри та кооперації	VR/AR-сценарії з одночасним відпрацюванням техніки та комунікативних навичок

Джерело: сформовано на підставі [9; 10]

У клінічній стоматології симуляційне навчання є критично важливим, оскільки створює простір для відпрацювання технічно складних мануальних дій, забезпечення безпеки пацієнта і зниження ризиків інтра- та післяопераційних ускладнень. Симуляційне середовище дозволяє моделювати обмежені та специфічні клінічні умови – наприклад, підвищену тископрийнятливість фантомів, анатомічні деталі важкодоступних зон, реакції на екстрені стани – у спосіб, який неможливий у реальному клінічному середовищі. Це сприяє виробленню когнітивної гнучкості, моторної точності, а також

навичок прийняття нестандартних рішень під тиском, що безпосередньо впливає на якість лікування та комфорт пацієнта.

Практична реалізація цих можливостей нині значно посилена завдяки діяльності симуляційних центрів у провідних медичних закладах України. Наприклад, у Львівському національному медичному університеті ім. Данила Галицького функціонує сучасний Центр симуляційного навчання в стоматології, оснащений 18 робочими місцями та фізичними симуляторами пацієнтів. Саме тут здобувачі освіти можуть відпрацьовувати широкий спектр маніпуляцій – від пломбування до ортопедичних втручань – в абсолютно безпечних умовах [11]. Ще один приклад – Медичний симуляційний центр Національного медичного університету імені Богомольця, в якому симуляційні технології інтегровані в міждисциплінарне навчання: поєднуються стоматологічні, терапевтичні й хірургічні навички, що формує у здобувачів освіти цілісне клінічне мислення, готове до роботи в реальному медичному просторі [12]. Таким чином, симуляційна підготовка в стоматології перетворюється на фундамент для формування фахової компетентності, адаптивності та безпечної освітньої практики, що відповідає сучасним освітнім і клінічним стандартам.

Впровадження симуляційних технологій у стоматологічну освіту України супроводжується низкою системних проблем і обмежень, які охоплюють ресурсний, методологічний та кадровий виміри. На рівні матеріально-технічного забезпечення ключовою проблемою залишається нерівномірна оснащеність закладів освіти – більшість університетів не мають достатньої кількості сучасних стоматологічних симуляторів із високим ступенем реалістичності, зокрема фантомів з інтегрованими сенсорами, VR/AR–комплексів із тактильним зворотним зв’язком та багатофункціональних тренажерних систем [13]. Наявне обладнання часто є застарілим, не відповідає сучасним

клінічним вимогам і не підтримує оновлення програмного забезпечення, що обмежує можливість моделювання складних клінічних сценаріїв [2]. Фінансування оновлення симуляційних центрів залишається фрагментарним і переважно залежить від грантових програм або партнерських проєктів, тоді як державна підтримка носить епізодичний характер.

Методологічний аспект характеризується відсутністю єдиних національних стандартів симуляційної підготовки в стоматології, що призводить до значної варіативності освітніх програм між закладами та унеможливлює порівняння результатів підготовки [14]. У більшості випадків симуляційні модулі інтегруються в освітній процес фрагментарно, без чіткої логіки поетапного ускладнення навичок і без формалізованих алгоритмів оцінювання ефективності. Часто спостерігається орієнтація на кількість відпрацьованих годин, а не на досягнення конкретних компетентнісних показників. Недостатньо розроблено методики інтеграції симуляційних сценаріїв з міждисциплінарними завданнями, що знижує цілісність формування клінічного мислення.

Кадровий потенціал також залишається одним із критичних обмежень. Підготовка викладачів до роботи із сучасними симуляційними технологіями здійснюється епізодично, без системних програм підвищення кваліфікації, що охоплювали б як технічні аспекти експлуатації обладнання, так і методики побудови ефективних навчальних сценаріїв [15]. Значна частина педагогічного складу спирається на традиційні підходи, що не враховують специфіку симуляційного навчання, зокрема необхідність активного зворотного зв’язку та формувального оцінювання. Відсутність фахівців, здатних одночасно виконувати функції клінічного наставника, розробника навчального контенту і технічного оператора симуляційного

обладнання, призводить до неповної реалізації потенціалу наявних ресурсів.

Додатковим обмеженням є слабка інтеграція українських симуляційних центрів у міжнародні освітні мережі, що обмежує доступ до передових методик, спільних тренінгів і порівняльних досліджень ефективності підготовки. Недостатня кількість локалізованих цифрових освітніх ресурсів і мовні бар'єри у використанні іноземних програмних продуктів знижують ефективність роботи з інноваційними платформами. Також актуальною залишається проблема логістики використання симуляційних центрів: обмежений графік роботи, перевантаженість обладнання і нестача часу на індивідуальне відпрацювання навичок зменшують навчальний ефект навіть у тих закладах освіти, де обладнання відповідає сучасним стандартам.

У сукупності ці проблеми формують комплексний бар'єр для повноцінної інтеграції симуляційних технологій у стоматологічну освіту України, обмежуючи їх вплив на якість підготовки випускників і потребуючи системного розв'язання на рівні стандартів, фінансування, методології та кадрового розвитку.

Оптимізація педагогічних і клінічних умов використання симуляційного підходу в підготовці стоматологів потребує системних і комплексних рішень, що поєднують модернізацію ресурсної бази, вдосконалення методології та підвищення кадрового потенціалу. У педагогічному аспекті доцільно впроваджувати стандартизовані навчальні модулі симуляційної підготовки з чіткою логікою поступового ускладнення завдань – від відпрацювання базових моторних навичок на фантомах до комплексних міждисциплінарних сценаріїв, які моделюють повний цикл клінічного випадку. Важливо закласти в методику принцип інтеграції теоретичних знань і практичних дій у межах одного навчального епізоду, що забезпечить формування системного клінічного мислення. Необхідно розширити

використання технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) з тактильним зворотним зв'язком, що дозволяють адаптувати рівень складності клінічних ситуацій під підготовку конкретного здобувача освіти та моделювати нетипові випадки.

Оптимізація симуляційної підготовки передбачає розроблення сценаріїв, що відтворюють найбільш поширені та водночас ризиковані стоматологічні стани, в тому числі невідкладні ситуації, клініку пацієнтів із супутніми захворюваннями та випадки зі складною анатомією. Такі сценарії мають бути максимально реалістичними та супроводжуватись чіткими алгоритмами дій, які відповідають сучасним клінічним протоколам. Доцільним є залучення лікарів-практиків до створення симуляційних кейсів, що забезпечить актуальність змісту і наближення навчання до реальних викликів стоматологічної практики.

Ключовим напрямом є розвиток кадрового потенціалу шляхом систематичних програм підвищення кваліфікації викладачів у сфері симуляційного навчання. Це повинно охоплювати як технічні аспекти роботи з обладнанням, так і педагогічні стратегії – формативне оцінювання, побудову ефективного зворотного зв'язку та модифікацію сценаріїв відповідно до прогресу здобувачів освіти. Створення мультидисциплінарних команд, до яких входять клініцисти, методисти й технічні фахівці, дозволить оптимізувати роботу симуляційних центрів та забезпечити їх повноцінне використання.

Виявлення ресурсних, методологічних і кадрових проблем здійснювалося із застосуванням комбінованого підходу. Кількісні методи включали моніторинг рівня матеріально-технічного забезпечення симуляційних центрів та аналіз відповідності обладнання сучасним вимогам (наявність VR/AR-систем, гаптичних тренажерів, оновленого програмного забезпечення). Якісний аналіз охоплював експертні спостереження за освітнім процесом і оцінювання

рівня інтеграції симуляційних сценаріїв у навчальні плани. Змішаний підхід застосовувався під час дослідження кадрового потенціалу: поєднувалися опитування викладачів щодо готовності працювати із симуляційними технологіями та оцінювання фактичних навичок роботи з обладнанням. Узагальнення зроблено на підставі власних спостережень у симуляційних центрах, аналізу даних інституційного моніторингу й результатів анкетування викладачів кількох медичних університетів. Такий підхід дозволив виявити не лише масштаб ресурсних обмежень, але й системні методологічні прогалини та потребу в цілеспрямованій підготовці педагогічних кадрів.

На рівні організації освітнього процесу важливо впроваджувати розширений доступ здобувачів освіти до симуляційних лабораторій, у тому числі в позааудиторний час, а також застосовувати індивідуальні графіки тренувань для інтенсивнішого відпрацювання складних навичок. Паралельно слід інтегрувати систему об’єктивного структурованого клінічного іспиту (ОСКІ) як інструмент перевірки готовності до роботи з реальними пацієнтами, використовуючи дані симуляторів для кількісного та якісного оцінювання компетентностей. Комплексна реалізація цих рекомендацій дозволить створити педагогічно й клінічно збалансовану модель симуляційного навчання, здатну забезпечити високу якість підготовки стоматологів, зменшити частоту клінічних помилок та підвищити рівень безпеки пацієнтів.

1.2. Еволюція симуляційних технологій у медичній освіті: світовий і український контекст

Еволюція симуляційних технологій у медичній освіті, зокрема в стоматології, демонструє поступовий перехід від механічних навчальних моделей до комплексних інтерактивних платформ, що інтегрують цифрові, сенсорні та інтелектуальні компоненти. Перші

зразки стоматологічних фантомів, які з'явилися у другій половині XX століття, забезпечували лише базову імітацію анатомії, але стали фундаментом для розвитку сучасних інструментів, здатних відтворювати як морфологічні, так і фізико-механічні характеристики тканин. Розвиток мікроелектроніки і програмного забезпечення у 1980–1990-х роках дозволив оснастити фантоми сенсорами, здатними фіксувати положення інструмента, траєкторію та помилки користувача. На початку XXI століття відбувся технологічний прорив завдяки впровадженню тривимірної візуалізації (3D), технологій віртуальної та доповненої реальності, що дало можливість моделювати індивідуальні анатомічні особливості пацієнтів та різноманітні клінічні сценарії. Додатковим етапом стало використання тактильного зворотного зв'язку (Haptic Feedback), який імітує відчуття опору тканин, та мультимодальних сенсорних систем, що одночасно реєструють силу, швидкість і напрямок рухів. Сучасний етап характеризується інтеграцією штучного інтелекту (ШІ), хмарних технологій та дистанційного моніторингу, що дозволяє не лише персоналізувати процес навчання, але й проводити його у віддаленому форматі з однаковим рівнем точності оцінювання (табл. 1.2.1).

Таблиця 1.2.1

Ключові етапи еволюції симуляційних технологій у світовій стоматологічній освіті

Період	Технологічний прорив	Освітньо-клінічне значення	Приклади реалізації
1950–1970-ті роки	Механічні фантоми та анатомічні моделі	Базове тренування моторики, відпрацювання елементарних маніпуляцій без ризику для пацієнта	Статичні фантоми для препарування зубів
1980–1990-ті роки	Електронні тренажери із сенсорами руху	Кількісна реєстрація точності маніпуляцій і виявлення грубих помилок	Фантоми з датчиками положення інструмента
2000–2010-ті роки	Тривимірна візуалізація та VR/AR	Відтворення анатомічних варіантів і складних клінічних	Simodont Dental Trainer, Moog Simodont

		ситуацій, перехід до сценарного навчання	
2010–2020-ті роки	Гаптичні системи та мультимодальні сенсори	Формування тонкої моторики завдяки відчуттю опору тканин, підвищення реалістичності досвіду	Haptic VR Dental Simulators
2020-ті роки – сьогодення	Інтеграція штучного інтелекту та хмарних платформ	Персоналізація освітніх траєкторій, автоматизована аналітика результатів, віддалене оцінювання	AI-enhanced VR/AR dental platforms

Джерело: сформовано на підставі [16; 17; 18; 19]

Ці технологічні етапи утворюють інтегровану екосистему симуляційного навчання, що забезпечує поетапне формування клінічної компетентності. Відмова від суто механічних фантомів на користь цифрових платформ із VR/AR-технологіями дала можливість відтворювати не лише анатомічні особливості, а й поведінкові реакції «пацієнта», включно з варіабельністю м'яких тканин та умовами обмеженого операційного поля. Важливим стратегічним уроком стало те, що симуляція набуває цінності лише тоді, коли охоплює не окремі маніпуляції, а цілісні клінічні ситуації, інтегруючи діагностичні, терапевтичні та комунікативні завдання.

Ключовим компонентом сучасних систем є гаптичний зворотний зв'язок, який дозволяє відтворювати різницю між твердими й ураженими тканинами, формуючи мануальну точність і «м'язову пам'ять» у безпечному середовищі. Цей підхід демонструє ще один принциповий урок: якість підготовки зростає тоді, коли освітній процес максимально наближений до сенсорної та когнітивної складності реальної клініки, а не зводиться до умовних вправ.

Інтеграція штучного інтелекту та хмарних сервісів відкрила можливість багатофакторного аналізу рухів, автоматичного виявлення системних помилок і формування персоналізованих траєкторій навчання. Це вказує на ще одну стратегічну закономірність: симуляція стає ефективною, коли вона не лише відтворює клінічний сценарій, а й

пропонує механізми адаптивної корекції, що дозволяють скорочувати шлях від навчання до самостійної практики.

Практична імплементація таких принципів добре простежується в провідних освітніх закладах. У Королівському коледжі Лондона створено «оцифрований клінічний навчальний контур», де інтраоральні скани пацієнтів інтегруються в AR-середовище, а результати роботи на гаптичних симуляторах поєднуються з CAD/CAM-технологіями. Цей підхід демонструє урок стандартизації: симуляція стає ефективною, коли вона вбудована в повний цикл лікування – від діагностики до виготовлення реставрації. У Нью-Йоркському університеті змішана реальність використовується для тренування ін'єкційної техніки з урахуванням реакцій «пацієнта», що ілюструє урок стрес-моделювання: підготовка до реальної клініки потребує симуляцій із відтворенням не лише анатомії, а й психологічного тиску ситуації. Таким чином, досвід світових центрів свідчить: стратегічною цінністю симуляційних технологій є їх здатність не лише відтворювати процедури, а й забезпечувати комплексність, реалістичність і адаптивність навчання, що дозволяє формувати клінічно компетентного стоматолога з чітко вимірюваними результатами.

Процес упровадження та адаптації симуляційного навчання в стоматологічній освіті України відбувається поступово й охоплює кілька напрямів розвитку. Його динаміка визначається поєднанням зовнішніх і внутрішніх чинників.

До зовнішніх чинників належать глобальні тренди компетентнісної медичної освіти, поширення VR/AR-технологій, гаптичних платформ та цифрових аналітичних систем. Важливим каталізатором є також міжнародна співпраця, зокрема програми ЄС із розбудови спроможностей у вищій освіті (Capacity Building in Higher Education, CBHE), які сприяють трансферу методик та уніфікації стандартів.

Внутрішні чинники пов'язані з модернізацією освітніх стандартів, створенням університетських симуляційних центрів і поступовою інтеграцією об'єктивного структурованого клінічного іспиту (Objective Structured Clinical Examination, OSCE). Окреме значення має підвищення вимог до якості та безпеки клінічної практики, що стимулює впровадження нових методів оцінювання та контролю підготовки.

На цій основі українська модель пройшла шлях від поодиноких фантомних класів до формування мережі симуляційних центрів і розвитку міжвузівської кооперації. Нині симуляція поступово набуває ролі інтегративної ланки, що поєднує довузівську, додипломну й післядипломну підготовку, створюючи наскрізну траєкторію професійного зростання.

Узагальнення цих тенденцій дозволяє визначити стратегічний напрям розвитку симуляційної освіти в Україні. Пріоритетними кроками є стандартизація навчальних програм, підготовка педагогічних кадрів до роботи з високотехнологічним обладнанням і розширення практики OSCE. Ключовим ресурсом виступає модернізація технічної бази – від фантомних лабораторій до VR/AR- і гаптичних платформ із вбудованою аналітикою. Водночас залишаються ризики: нерівномірність оснащення закладів освіти, недостатнє фінансування та кадровий дефіцит у сфері симуляційної педагогіки. Послідовність етапів і ключові механізми цього процесу відображено в таблиці 1.2.2.

Таблиця 1.2.2

Етапи та механізми впровадження симуляційного навчання в стоматологічну освіту України

Етап розвитку	**Механізм/інструмент адаптації**	**Типові дії в закладах вищої освіти (ЗВО)**	**Очікувані результати для стоматології**

Початковий (локальні ініціативи)	Фантомні класи, базові тренажери	Локальні модулі відпрацювання мануальних навичок на кафедрах	Базова моторика, безпечний допуск до простих клінічних процедур
Інституційний	Створення симуляційних центрів у ЗВО	Оснащення міждисциплінарних лабораторій; виділення стоматологічних секторів	Розширення спектра сценаріїв, уніфікація практичних занять
Інтеграційний	Запозичення міжнародних методик (OSCE, VR/AR, гаптика)	Пілотні OSCE із симульованими кейсами; впровадження VR/AR-платформ	Об'єктивізація оцінювання, зростання реалістичності тренінгів
Стандартизаційний	Розроблення типових симуляційних модулів і карт оцінювання	Уніфіковані станції/рубрики; прив'язка до компетентнісних дескрипторів	Порівнюваність результатів між ЗВО, прозорість оцінювання
Етап мережевої інтеграції	Міжвузівські кейс-банки і спільні курси	Обмін симуляційними сценаріями, спільні майстер-класи і тренінги	Оптимізація ресурсів, прискорений трансфер кращих практик

Джерело: сформовано на підставі [22; 23; 24; 25]

Адаптація симуляційного навчання в стоматологічній освіті України під впливом міжнародного досвіду відбувається поетапно, поєднуючи технологічні інновації, методичну стандартизацію та поступову інтеграцію в освітні програми. На сучасному етапі ключовим є відхід від епізодичного використання окремих фантомів чи тренажерів до побудови цілісної, багаторівневої системи підготовки, яка охоплює різні форми моделювання клінічних ситуацій – від базових моторних вправ до складних сценаріїв з елементами віртуальної та доповненої реальності. При цьому впроваджуються принципи об'єктивного структурованого клінічного іспиту (Objective Structured Clinical Examination, OSCE), що дозволяє уніфікувати оцінку

компетентностей та наблизити навчальні умови до стандартів провідних світових медичних шкіл.

Досвід окремих українських закладів вищої медичної освіти демонструє практичну цінність такого підходу. Наприклад, у Вінницькому національному медичному університеті імені М. І. Пирогова симуляційний центр стоматологічного факультету використовує багатокомпонентну модель підготовки, що поєднує роботу з фантомами, інтерактивні комп'ютерні програми і відеоаналіз клінічних сценаріїв. Така структура дозволяє здобувачам освіти відпрацьовувати алгоритми лікувальних і діагностичних процедур без ризику для пацієнта, а повторюваність симуляцій формує стабільні навички та професійну впевненість [26]. У Харківському національному медичному університеті в межах Навчально-наукового інституту якості освіти створено симуляційний центр із міжкафедральною інтеграцією, де стоматологічні модулі поєднані з іншими клінічними дисциплінами. Тут використовується широкий спектр тренажерів – від механічних фантомів до VR-симуляторів, що відтворюють повноцінний візуально-тактильний досвід взаємодії з пацієнтом, включно з моделюванням невідкладних станів та міждисциплінарної взаємодії [27].

Інтеграція таких прикладів у систему підготовки сприяє розв'язанню одразу кількох завдань: підвищенню якості клінічної практики за допомогою стандартизованих сценаріїв, оптимізації використання навчальних ресурсів завдяки міжвузівському обміну досвідом та організації безпечного середовища для відпрацювання складних або рідкісних клінічних випадків. У результаті формується навчальна інфраструктура, здатна не лише відтворювати реальні умови клінічної роботи, а й швидко адаптуватися до нових міжнародних вимог і технологічних можливостей, що забезпечує

конкурентоспроможність української стоматологічної освіти на глобальному рівні.

Інтеграція симуляційних технологій у підготовку стоматологів у глобальному та вітчизняному контекстах має спільну мету – вона спрямована на формування клінічно компетентних лікарів із високим рівнем безпеки. Водночас досягнення цієї мети реалізується через різні стратегічні інструменти. У міжнародному масштабі симуляційні системи стають повноцінною частиною акредитації, включаються в міждисциплінарні дослідницькі проєкти та мають стійке фінансування. Українське впровадження, хоч і обмежене ресурсами, показує навдивовижу високу адаптивність: інновації вводять через часткове фінансування, партнерства, гранти і внутрішні програми розроблення, а методологічні практики готуються за зразками ефективних міжнародних моделей (табл. 1.2.3).

Таблиця 1.2.3

Порівняння стратегічних підходів до інтеграції симуляційних технологій

Критерій	Світова модель	Українська модель	Спільна мета
Нормативно-акредитаційна база	Симуляційні центри, акредитовані національною медичною політикою	Локальні ініціативи, відсутність загальних норм	Формування клінічних стандартів та безпеки
Науково-дослідницька інтеграція	Центри співпрацюють у міжуніверситетських дослідницьких проєктах	Іноді реалізується через співпрацю із закладами освіти ЄС	Актуалізація освітніх стандартів
Фінансова модель	Державне, приватне, грантове фінансування з бюджетною стабільністю	Гранти, проєктне фінансування, окремі ініціативи	Пошук стійких ресурсів для розвитку
Освітньо-методологічний розвиток	Розвиток симуляційних модулів на всіх рівнях підготовки	Поступова інтеграція – доклінічний курс, OSCE, ізольовані модулі	Формування компетентності через інтеграцію моторного та когнітивного розвитку

Джерело: сформовано на підставі [28; 29; 30]

У світовому контексті факультети стоматології дедалі більше розглядають симуляційні центри як ядро освітньої та наукової діяльності – інтегровані лабораторії досліджень і навчання, спільні для здобувачів освіти та викладачів. Університет Торонто, скажімо, використовує симуляцію як для клінічної практики, так і для дооцінювання, що дозволяє формувати стандарти якості та досліджувати педагогічний ефект [31]. В Україні ж навіть за умов обмеженого фінансування подібні підходи впроваджуються локально. У Пльзеньському медичному університеті в Чехії, який можна порівняти з українськими закладами, створено сучасний навчально-симуляційний центр (IDC) із лабораторіями, амфітеатрами, стоматологічними тренажерами та цифровим обладнанням, орієнтованими на підвищення практичної майстерності здобувачів освіти [32]. Отже, навіть у країнах з обмеженим бюджетом структуровані симуляційні програми забезпечують відчутний освітній ефект. Також показовим є приклад Університету Тарту в Естонії: центр симуляції розташований при університетській лікарні та обслуговує кілька медичних факультетів, включаючи стоматологію, використовуючи інтерактивні клінічні сценарії загального профілю. Це дозволяє ефективно розподіляти ресурси та тренувати міждисциплінарні навички [33; 34].

Порівняння показує, що Україна поступово переймає ключові елементи світових моделей, зокрема інтеграцію OSCE, використання VR/AR- і гаптичних платформ, а також залучення міжнародних грантових програм. Водночас через обмежене фінансування та відсутність уніфікованої акредитаційної бази поки що не вдається масштабувати міжуніверситетські дослідницькі проєкти чи створити стабільні фінансові механізми, подібні до західних. Унікальною рисою вітчизняної моделі є те, що симуляційні центри часто виконують подвійну функцію – навчальну та організаційно-інтеграційну, стаючи

майданчиками горизонтальної співпраці між університетами та лікарнями, що не завжди характерно для західних систем, де такі функції розмежовано.

Отже, сильними сторонами української моделі є адаптивність до міжнародних практик, зростання ролі симуляційних центрів у структурі медичної освіти та унікальна інтегративна функція між університетами. Слабкими залишаються фрагментарність фінансування, нестача нормативної підтримки, нерівномірність ресурсного забезпечення. Потенціал моделі полягає в розвитку стандартизації та кооперації між ЗВО, тоді як головними бар'єрами виступають фінансові й кадрові обмеження; водночас ресурсами для їх подолання можуть стати міжнародні грантові програми, державно-приватні партнерства та національні ініціативи щодо уніфікації освітніх стандартів.

Адаптація міжнародних практик симуляційного навчання в стоматології до українського освітнього та клінічного середовища супроводжується низкою системних проблем, зумовлених відмінностями в нормативному регулюванні, ресурсному забезпеченні та структурі освітнього процесу [35]. Одним із ключових бар'єрів є невідповідність між вимогами міжнародних акредитаційних стандартів і чинними українськими регламентами підготовки стоматологів: у більшості закладів вищої освіти відсутні обов'язкові нормативи використання симуляцій на всіх етапах навчання, тоді як у провідних країнах вони інтегровані в програми як обов'язковий компонент сертифікації [36]. Додаткову складність становить різний рівень підготовки викладачів: міжнародні програми передбачають наявність інструкторів із сертифікованою кваліфікацією у сфері симуляційної педагогіки, тоді як в Україні переважна більшість викладачів не проходила формалізованого навчання методик сценарного моделювання, віртуальної або тактильної симуляції.

Важливою проблемою є відмінність у технічній інфраструктурі: сучасні симулятори, що використовуються за кордоном, мають модулі інтеграції з електронними пацієнтськими картами, автоматичний збір даних про виконані маніпуляції та системи візуалізації з доповненою реальністю (AR), тоді як вітчизняні центри здебільшого обмежуються базовими фантомами без можливості комплексного моніторингу та аналітики освітнього процесу [37]. Це знижує ефективність перенесення міжнародних навчальних сценаріїв, які розраховані на іншу технологічну підтримку.

Суттєвим обмеженням є розрив у міждисциплінарній інтеграції. У світовій практиці симуляційні центри часто функціонують як спільні платформи для стоматологів, лікарів інших спеціальностей, медсестер і технічних фахівців, що забезпечує синергію навичок у командній роботі [38]. В Україні ж така інтеграція реалізується лише епізодично, а навчальні модулі переважно ізольовані в межах окремих факультетів.

Не менш важливою проблемою є відмінності в клінічних протоколах і стандартах лікування [39]. Міжнародні симуляційні сценарії часто відтворюють алгоритми, що відповідають локальним протоколам країн-розробників, тоді як їх безпосереднє впровадження в українські умови вимагає адаптації до національних клінічних настанов та особливостей матеріально-технічної бази [40]. Ускладнює процес і мовний бар’єр: значна частина програмного забезпечення симуляторів не має україномовної версії або якісної локалізації, що знижує зручність і швидкість навчання.

Додатковим чинником, який гальмує ефективну адаптацію, є фінансова асиметрія [41]. У більшості міжнародних проєктів передбачено стале фінансування технічної підтримки та оновлення обладнання, тоді як в Україні оновлення парку симуляторів відбувається нерегулярно і часто залежить від грантів або цільових пожертв [41; 43]. Це призводить до технологічної фрагментації, коли

одночасно використовуються моделі різних поколінь із несумісним програмним забезпеченням.

Імплементація найкращих світових підходів до розвитку симуляційної підготовки стоматологів в Україні потребує системного підходу, що охоплює педагогічний, технологічний, організаційний і нормативний рівні. Насамперед необхідно забезпечити інтеграцію симуляційних технологій у всі етапи освітнього процесу – від початкової підготовки до етапу передклінічної практики та безперервного професійного розвитку. Це передбачає створення єдиної національної рамки симуляційного навчання, синхронізованої з міжнародними акредитаційними стандартами, зокрема вимогами Європейської ради стоматологічної освіти (Association for Dental Education in Europe, ADEE) та подібних інституцій.

Важливим кроком є інвестування в сучасну технологічну інфраструктуру, з акцентом на симулятори з віртуальною та доповненою реальністю, системи гаптичного зворотного зв'язку і програмне забезпечення з можливістю інтеграції з електронними освітніми платформами. Міжнародна практика демонструє, що ефективність таких технологій значно зростає за умов їх використання в комплексі з цифровими аналітичними модулями, які дають змогу відстежувати індивідуальний прогрес здобувача освіти, автоматично формувати рекомендації та адаптувати сценарії до рівня підготовки.

Паралельно необхідно розробити стандартизовані симуляційні сценарії, адаптовані до українських клінічних протоколів, але побудовані за структурними і методичними зразками провідних міжнародних програм. Це дозволить уникнути прямого копіювання алгоритмів, які можуть бути не повністю релевантними до локального середовища, та водночас зберегти високу якість і універсальність підготовки.

Ключовим фактором успіху стане підготовка інструкторів, які володіють сучасними методиками симуляційного навчання та мають досвід роботи з VR/AR-системами, гаптичними технологіями та багатокомпонентними сценаріями. Рекомендується запровадити систему сертифікації викладачів симуляційних центрів за міжнародними програмами, що забезпечить єдність підходів і високу якість освітнього процесу. Необхідно також стимулювати міжуніверситетську кооперацію та створення регіональних симуляційних хабів, які об'єднуватимуть ресурси кількох закладів і забезпечуватимуть доступ до новітніх технологій навіть тим факультетам, що не мають власної сучасної інфраструктури. При цьому доцільно розширювати співпрацю з міжнародними партнерами – як у межах грантових програм, так і через спільні освітні проєкти, що дозволить Україні швидше інтегрувати передові моделі підготовки у власну систему стоматологічної освіти.

1.3. Освітньо-клінічна парадигма компетентнісного підходу в сучасній стоматології

Освітньо-клінічна парадигма – це науково-педагогічна категорія, що визначає інтеграційний тип професійної підготовки, системоутворювальним принципом якої є компетентнісний підхід. Вона передбачає поєднання теоретичних знань із практичними навичками у форматі моделювання реалістичних клінічних ситуацій, забезпечуючи наскрізну траєкторію формування професійної готовності майбутнього лікаря-стоматолога [44; 45].

Функціональна сутність цієї парадигми полягає в тому, що освітній процес вибудовується не як послідовність ізольованих блоків, а як цілісна інтегрована система. Засвоєння знань і розвиток умінь відбуваються в умовах, наближених до реальної клініки, де освітні

результати безпосередньо співвідносяться з вимірюваними компетентностями. Завдяки цьому створюються умови для безпечного переходу випускника ЗВО до самостійної роботи з пацієнтами. Ключовим елементом виступає моделювання клінічних сценаріїв, у межах яких здобувач освіти поєднує діагностичне мислення, мануальні навички, комунікацію та дотримання етичних норм.

У сучасному науково-педагогічному дискурсі освітньо-клінічна парадигма співвідноситься з низкою альтернативних моделей. OSCE (Objective Structured Clinical Examination) дає можливість стандартизовано оцінити окремі компетентності, але залишається більш «екзаменаційним інструментом», ніж освітньою системою. DOPS (Direct Observation of Procedural Skills) концентрується на відпрацюванні та оцінюванні конкретних мануальних процедур, проте не охоплює інтеграцію комунікативних чи етичних аспектів. Модель «піраміди Міллера» вибудовує логіку професійного становлення від знання до дії, однак функціонує переважно як теоретична рамка без чітких симуляційних інструментів. EPAs (Entrustable Professional Activities) фокусуються на здатності до виконання комплексних професійних завдань, що робить їх ближчими до реальної практики, але вимагає високого рівня інституційної зрілості та системи довіри [46; 47].

На цьому тлі освітньо-клінічна парадигма вирізняється саме своєю комплексністю. Вона не обмежується ані стандартизованим тестуванням (як OSCE), ані окремими процедурами (як DOPS), ані загальною рамкою (як «піраміда Міллера»). Її сутність у тому, щоб поєднати всі рівні професійного становлення в єдиному сценарному просторі, де симуляція виступає водночас і засобом навчання, і способом оцінювання. У цьому сенсі вона близька до EPAs, але ширша за охопленням, оскільки дозволяє формувати довіру не лише до виконання завдань, а й до загальної клінічної готовності.

Таким чином, освітньо-клінічна парадигма постає як інтеграційна модель, що акумулює сильні сторони наявних підходів і пропонує цілісне бачення професійної підготовки стоматологів. Її ключові параметри та структурні елементи систематизовано в таблиці 1.3.1.

У сучасній стоматологічній освіті структурні компоненти, наведені в таблиці, функціонують як інтегрована багаторівнева система, в якій кожен елемент виконує специфічну роль і водночас доповнює інші.

Таблиця 1.3.1

Структурні компоненти освітньо-клінічної парадигми компетентнісного підходу в стоматології

Компонент	**Освітнє значення**	**Клінічне значення**	**Очікуваний результат**
Академічні знання	Формування системного розуміння анатомії, фізіології, патології і терапії	Обґрунтування діагностичних і лікувальних рішень	Здатність аргументувати клінічний вибір
Симуляційна практика	Відпрацювання мануальних навичок у безпечному середовищі	Мінімізація ризику помилок у реальній практиці	Стабільність виконання процедур
Клінічне моделювання	Інтеграція знань і навичок у сценаріях, наближених до реальних випадків	Відтворення алгоритмів лікування та комунікації	Здатність діяти в умовах невизначеності
Формативне оцінювання	Постійний зворотний зв’язок і корекція дій	Виявлення та усунення помилок на ранніх етапах	Прогресивне зростання компетентності
Рефлексивний аналіз	Самооцінювання виконаних завдань, планування розвитку	Формування клінічного мислення та відповідальності	Підвищення рівня автономності

Джерело: сформовано на підставі [44; 45; 46; 47]

Академічні знання формують теоретичний базис – від розуміння мікроанатомії пульпи зуба до принципів біомеханіки жувального апарату. У практиці це означає, що перед початком відпрацювання, наприклад, техніки препарування під вкладку, здобувач освіти має чітке уявлення про напрямок емалевих призм, щоб уникнути мікротріщин під час оброблення.

Симуляційна практика дозволяє перенести ці знання в безпечне середовище, де маніпуляції можна повторювати без обмежень. На фантомах із гаптичним зворотним зв'язком здобувачі освіти відпрацьовують видалення каріозних тканин із точністю до десятих міліметра, отримуючи миттєвий сигнал, якщо тиск інструмента перевищує допустимий рівень [46]. У клінічному моделюванні ці навички інтегруються в комплексний сценарій: наприклад, «пацієнт» (актор або VR-аватар) скаржиться на біль, здобувач освіти проводить збір анамнезу, віртуальну рентгенографію, визначає тактику лікування, виконує препарування і пломбування, а паралельно підтримує комунікацію та інформує пацієнта про хід роботи. Формативне оцінювання в такій моделі виходить за межі простого «залік/незалік». Викладач або система автоматично аналізує траєкторію рухів, час виконання, рівномірність обертів бора, а також логіку клінічних рішень. Наприклад, якщо здобувач освіти вибрав невідповідний розмір екскаватора для конкретної порожнини, це фіксується в аналітичному звіті, а викладач під час розбору пояснює, як інструментальний вибір впливає на якість лікування та прогноз.

Рефлексивний аналіз завершує цикл: здобувач освіти переглядає відеозапис власної процедури, порівнює показники з еталонними, визначає сильні та слабкі сторони. У практиці це може виглядати як самостійне формулювання трьох ключових помилок і трьох кроків для їх усунення до наступного заняття [48]. Такий підхід не лише закріплює технічні навички, а й формує клінічне мислення, самоконтроль і здатність діяти в непередбачуваних ситуаціях. Узагальнення практичного досвіду спирається на поєднання власних спостережень за впровадженням симуляційних модулів, даних їх апробації в освітньому процесі та аналізу сучасних міжнародних публікацій. Такий підхід дозволяє оцінювати ефективність симуляцій не лише з теоретичної, а й

з практичної позиції з огляду на результати реального освітнього досвіду.

На цій основі встановлено, що найбільш критичними для формування професійної готовності є клінічне моделювання та формативне оцінювання, адже саме вони забезпечують перехід від «навчання техніки» до «клінічного мислення». Водночас найнижчий рівень сформованості спостерігається у сфері рефлексивного аналізу, оскільки здобувачам освіти часто бракує навичок самостійної критичної оцінки власних дій. Для вдосконалення парадигми слід посилити методичний супровід розвитку рефлексії (через структуровані щоденники, чек-листи, менторські сесії), а також розширити цифрову аналітику формативного оцінювання, що дозволить зробити процес корекції більш індивідуалізованим і ефективним.

Клінічний контекст у формуванні компетентностей майбутніх стоматологів виступає ключовим чинником, що забезпечує не лише технічну підготовку, а й інтеграцію всіх складників професійної діяльності в єдину систему. Безпосереднє занурення в змодельовані клінічні ситуації дозволяє здобувачам освіти поєднувати теоретичні знання з відпрацюванням мануальних навичок та одночасно розвивати комунікативну компетентність, необхідну для взаємодії з пацієнтом і медичною командою. На відміну від абстрактних навчальних вправ, клінічне моделювання створює контекст, в якому кожна дія здобувача освіти має логічне та функціональне обґрунтування, а кінцевою метою є досягнення позитивного клінічного результату, що відповідає сучасним протоколам лікування та етичним стандартам. Такий підхід забезпечує комплексне формування компетентностей, оскільки здобувач вищої освіти не лише відпрацьовує окремі маніпуляції, а й вчиться приймати клінічні рішення в умовах, наближених до реальної

практики, враховуючи індивідуальні особливості пацієнта, супутні патології та фактори ризику (табл. 1.3.2).

Таблиця 1.3.2

Елементи клінічного контексту та їх роль у формуванні компетентностей майбутніх стоматологів

Елемент клінічного контексту	**Теоретичний компонент**	**Мануальний компонент**	**Комунікативний компонент**	**Інтеграційний результат**
Збір анамнезу та оцінювання скарг	Розуміння патогенезу і клінічних проявів хвороб	Виконання базових діагностичних маніпуляцій (пальпація, перкусія)	Побудова довірливого контакту, уточнення симптомів	Повна та достовірна діагностична база
Інтерпретація діагностичних даних	Аналіз клінічних, лабораторних та рентгенологічних показників	Робота з інструментами для діагностики (зонди, дзеркала, рентген)	Пояснення результатів пацієнту зрозумілою мовою	Обґрунтоване формулювання діагнозу
Планування лікування	Знання протоколів та алгоритмів лікування	Вибір відповідних інструментів і матеріалів	Узгодження плану з пацієнтом, урахування його преференцій	Персоналізована стратегія терапії
Виконання клінічних маніпуляцій	Розуміння принципів та етапів процедури	Точне та безпечне виконання втручання	Підтримання комунікації та інформування пацієнта під час роботи	Висока якість і безпека лікування
Оцінення результатів і корекція плану	Критерії оцінки успішності втручання	Використання інструментів контролю якості (зонди, рентген)	Обговорення з пацієнтом подальших дій	Оптимізація результатів і підвищення прихильності до лікування

Джерело: сформовано на підставі [49; 50; 51]

В основі ефективної підготовки стоматолога лежить не механічне накопичення знань і відпрацювання технічних прийомів, а створення умов, у яких навчальна діяльність від самого початку набуває клінічного сенсу. Клінічний контекст у симуляційному середовищі виконує роль каталізатора професійного становлення: він змушує

здобувача освіти мислити і діяти як лікар, навіть перебуваючи в умовах навчання. Тут кожен елемент – від первинної бесіди з «пацієнтом» до фінальної оцінки результату – підпорядковується не абстрактній освітній меті, а завданню досягти оптимального клінічного результату, що відповідає стандартам безпеки, етики та якості лікування. Такий підхід формує у здобувачів освіти не лише набір окремих компетентностей, а й здатність об'єднувати їх у стрункy, логічно зумовлену систему дій, що дозволяє впевнено працювати в непередбачуваних ситуаціях та приймати зважені рішення в умовах багатофакторного вибору.

У симуляційних сценаріях цей механізм виявляється особливо виразно. Здобувач освіти, опинившись у змодельованій клінічній ситуації, змушений синхронно активувати когнітивні, мануальні та комунікативні ресурси: інтерпретувати симптоми та дані обстежень, вибирати інструменти й техніки, координувати рухи в умовах обмеженого доступу, підтримувати вербальний і невербальний контакт із пацієнтом і реагувати на зміни в перебігу «лікування». Це не лише прискорює формування стійких навичок, але й виховує клінічну гнучкість, що є ключовою ознакою фахівця. Завдяки постійному поверненню до повного циклу клінічної взаємодії – від діагностики до постпроцедурного супроводу – здобувачі освіти поступово оволодівають умінням бачити будь-яке втручання в ширшому професійному контексті [52]. Це дозволяє їм не втрачати орієнтир на кінцевий результат, навіть коли окремі технічні завдання здаються рутинними.

Установлення чіткого взаємозв'язку між результатами симуляційного навчання та клінічними показниками якості лікування є ключовим індикатором ефективності компетентнісної моделі в стоматологічній освіті. Це не лише питання методології оцінювання, а й фундаментальна основа для формування прогнозованої професійної

придатності випускників. Симуляційні технології дозволяють працювати з параметрами, які в клініці часто залишаються «невидимими» для стороннього спостерігача, але суттєво впливають на кінцевий результат, як-от: мікромоторна точність, стабільність робочої пози, рівень просторової орієнтації, якість ізоляції операційного поля, дисциплінованe дотримання протоколів асептики.

В умовах симуляційного середовища можливо стандартизувати вихідні умови та виключити змінні, які в реальній клініці є непередбачуваними, що дає змогу більш чітко визначити, наскільки конкретні навички чи поведінкові патерни впливають на якість лікування. Наприклад, під час роботи з віртуальними моделями щелеп та цифровими кофердамами можна об'єктивно виміряти щільність ізоляції та стабільність її утримання протягом усього часу процедури. У клінічних умовах така точність безпосередньо корелює зі зниженням ризику мікробної контамінації та повторного інфікування зуба.

Особливо наочно цей підхід проявляється у сфері терапевтичної стоматології, де кінцевий успіх лікування часто визначається комплексом дрібних, але критично важливих операційних моментів. Під час симуляційного відпрацювання препарування каріозної порожнини можливо точно зафіксувати величину збережених тканин, рівномірність формування країв емалевого уступу та адекватність охолодження бору, що в клінічній практиці безпосередньо пов'язане зі зниженням ризику післяопераційної чутливості та розвитку вторинного карієсу. Так само, моделюючи етапи пломбування у віртуальному середовищі, можна об'єктивно оцінити щільність адаптації пломбувального матеріалу, відсутність порожнин чи мікротріщин у межах реставрації та якість фінішного оброблення, що в реальних умовах впливає на довговічність реставрації та комфорт пацієнта.

Узагальнення результатів практичного застосування доводить, що найбільш критичними елементами клінічного контексту є збір анамнезу з інтерпретацією даних та планування лікування, адже саме вони визначають обґрунтованість усіх подальших рішень. Найнижчий рівень сформованості виявляється у сфері комунікативної взаємодії та постпроцедурного оцінювання результатів, оскільки здобувачам освіти часто бракує навичок пояснення діагнозу пацієнту, узгодження плану лікування та формування прихильності до терапії. Для вдосконалення освітнього процесу доцільно посилити інтеграцію симульованих комунікативних сценаріїв, розширити методики оцінювання якості лікарсько-пацієнтської взаємодії та забезпечити тісніший зв’язок між результатами симуляцій і показниками довготривалої клінічної ефективності.

Важливо, що в освітньому процесі акцент робиться не лише на здатності виконати маніпуляцію, але й на формуванні сталих алгоритмів поведінки, які в реальній роботі стають автоматизованими. Якщо під час симуляції здобувач освіти дотримується повної послідовності 3D-навігаційного планування перед імплантацією, то й у клініці він відтворить ті самі кроки, знижуючи ризик помилок позиціонування імплантата та забезпечуючи оптимальний розподіл навантаження. Таким чином, оцінювання в симуляції стає інструментом управління якістю підготовки, а не лише способом перевірки засвоєння матеріалу (рис. 1.3.1).

Рис.1.3.1. Взаємозв'язок освітніх результатів у симуляції з показниками якості лікування в клінічній практиці

Джерело: власна розробка авторів

У практичному вимірі така система працює як ранній детектор слабких місць у підготовці здобувача освіти. Наприклад, під час відпрацювання мікрохірургічних втручань гаптичний симулятор виявляє надмірний тиск інструмента на тканини – у клінічній практиці це призвело б до затримки загоєння, підвищеного болю та набряку після операції. Після ідентифікації цієї проблеми здобувач освіти може спрямовано тренувати контроль тиску, доки параметри не наблизяться до еталонних.

У сфері імплантології просторове планування у 3D-навігаційних програмах дозволяє змоделювати різні клінічні сценарії та оцінити наслідки відхилення осі імплантата навіть на кілька градусів. Це не лише підвищує точність у реальній процедурі, але й дає змогу уникнути ускладнень, пов'язаних з перевантаженням конструкцій або пошкодженням анатомічних структур [53].

Параметр якості ізоляції операційного поля, який під час симуляції фіксується автоматично, в клініці виявляється критичним у випадках ендодонтичного лікування та реставрацій у зоні підвищеної

вологості. Звичка забезпечувати герметичність із перших секунд маніпуляції значно зменшує ймовірність повторного втручання через мікробне забруднення.

Аналіз робочої ергономіки в симуляції допомагає виявити неправильну позицію корпусу, рук або інструментів, що у клінічних умовах призводить до кумулятивної м'язової втоми і втрати точності наприкінці операційної сесії. Усунення цих недоліків на етапі навчання дозволяє стоматологу зберігати стабільну якість роботи протягом усього робочого дня.

Параметр контролю стерильності інструментів у симуляційних сценаріях має безпосереднє клінічне значення, оскільки формує стійкий алгоритм дотримання протоколів асептики та антисептики. Відпрацювання цих процедур в освітньому середовищі сприяє автоматизації дій, що в реальній практиці знижує ймовірність пропуску критичних етапів підготовки інструментарію та, відповідно, зменшує ризик післяопераційних інфекційних ускладнень. Такий підхід забезпечує сталість якості стерильного поля незалежно від складності клінічного випадку та умов роботи.

Впровадження компетентнісного підходу в стоматологічну освіту України супроводжується низкою труднощів, пов'язаних передусім з особливостями його практичної реалізації в освітньому процесі. Однією з характерних проблем є недостатнє охоплення в симуляційних сценаріях широкого спектра клінічних ситуацій, особливо нетипових або ускладнених випадків, які потребують комплексного прийняття рішень [54].

Суттєвим викликом є відсутність розвиненої системи міждисциплінарної взаємодії в межах симуляційного навчання. У більшості програм відпрацювання клінічних ситуацій відбувається ізольовано в межах стоматологічної спеціалізації, тоді як у реальній практиці стоматолог нерідко працює у зв'язці з хірургами, терапевтами,

анестезіологами чи логопедами. Недостатня інтеграція таких міжпрофесійних сценаріїв призводить до фрагментарного бачення клінічних процесів [55].

Важливою проблемою залишається й обмежене застосування інноваційних інструментів для об'єктивного вимірювання компетентностей. У більшості випадків оцінка базується на експертному судженні викладача або стандартних тестах, що не завжди відображає реальний рівень сформованості навичок. Сучасні методи – відеоаналіз, використання сенсорів тиску, датчиків руху чи біомеханічного моніторингу – впроваджуються фрагментарно, що знижує точність зворотного зв'язку [56].

Ще один аспект пов'язаний з недостатньою увагою до розвитку «м'яких» компетентностей у клінічному контексті, як-от управління стресом, робота в умовах часових обмежень чи комунікація з пацієнтами зі складними емоційними станами [48]. Хоча ці навички є невід'ємною складовою частиною професійної готовності, вони часто не інтегруються в симуляційні модулі, а відпрацьовуються лише в реальній клінічній практиці, що створює додаткові ризики на етапі адаптації молодих спеціалістів.

Також спостерігається недостатня індивідуалізація симуляційного навчання [51]. Переважна більшість сценаріїв розробляється за принципом «однакових умов для всіх», без урахування рівня підготовки, стилю навчання чи професійних інтересів здобувача освіти. Це знижує ефективність формування компетентностей, особливо у здобувачів освіти з різними темпами опанування матеріалу.

Підвищення ефективності освітньо-клінічної парадигми в стоматологічній освіті вимагає цілеспрямованих змін у способах поєднання навчального контенту та клінічного досвіду. Одним із перспективних напрямів є впровадження динамічних освітніх

траєкторій, в яких зміст дисциплін і клінічні завдання коригуються в реальному часі на основі результатів проміжного оцінювання здобувачів освіти в симуляційних і клінічних модулях. Це дозволяє адаптувати навчання до індивідуального прогресу й швидше усувати виявлені прогалини в підготовці.

Важливим є також створення системи «подвійного наставництва», коли здобувач освіти одночасно працює з викладачем академічної дисципліни та клінічним куратором, що забезпечує синхронність теоретичної та практичної підготовки. Такий підхід сприяє узгодженості між навчальними цілями та реальними вимогами клінічної практики.

Доцільно розвивати механізми зворотного зв'язку, що базуються на порівнянні результатів симуляційних сценаріїв та клінічних кейсів конкретного здобувача освіти. Це передбачає використання цифрових портфоліо, де фіксуються як технічні показники виконання маніпуляцій, так і відгуки клінічних наставників щодо комунікації, командної роботи та здатності до адаптації в умовах непередбачуваних змін.

Особливу цінність для парадигми становить упровадження наскрізних клінічних сюжетів – комплексних кейсів, що починаються на ранніх етапах навчання з теоретичної підготовки, продовжуються симуляційними відпрацюваннями та завершуються участю в лікуванні реального пацієнта під наглядом наставника. Це дозволяє здобувачу освіти побачити повний цикл лікувального процесу та сформувати цілісне клінічне мислення.

Розвиток освітньо-клінічної парадигми також потребує регулярного оновлення навчального контенту відповідно до змін у клінічних протоколах і технологіях. Створення спільних робочих груп із викладачів і стоматологів-практиків для періодичного перегляду та

корекції програм гарантуватиме актуальність матеріалу та його відповідність сучасним вимогам стоматології.

Запровадження цих підходів забезпечить більш глибоку інтеграцію академічних знань і клінічного досвіду, сприятиме стійкому розвитку ключових компетентностей і підвищить готовність випускників до роботи в умовах сучасної стоматологічної практики.

1.4. Теорія сценарного моделювання як основа для формування клінічного мислення

Теорія сценарного моделювання є еволюційним розвитком проблемно-орієнтованого навчання (Problem-Based Learning), започаткованого у 1960-х роках Говардом С. Барроузом (Howard S. Barrows) для медичної підготовки [57]. Її ключова ідея полягає у створенні навчальних сценаріїв, які відтворюють цілісний клінічний випадок. Такий сценарій охоплює діагностичний етап, планування лікування, комунікацію з пацієнтом, виконання процедур та післяопераційний супровід.

На відміну від ізольованого тренування навичок, сценарне моделювання дозволяє інтегрувати теоретичні знання, практичні вміння та клінічне мислення. Наприклад, під час відпрацювання протоколу ендодонтичного лікування здобувач освіти послідовно виконує збір анамнезу, інтерпретує результати рентгенографії, вибирає інструменти, здійснює маніпуляції та оцінює їх ефективність. Це створює безперервний освітньо-клінічний контур, наближений до реальної практики.

Важливою особливістю сценарного моделювання є наявність непередбачуваних елементів, що змінюють хід освітнього процесу залежно від дій здобувача освіти. Наприклад, сценарій може містити

раптове погіршення стану пацієнта, прояви алергічної реакції або технічний збій обладнання. Такі ситуації змушують майбутнього лікаря адаптувати план лікування, приймати рішення в умовах стресу та з обмеженим часом.

У стоматології цей підхід набув особливої актуальності з розвитком симуляційних центрів та цифрових технологій. Інтерактивні VR/AR-середовища дозволяють програмувати варіативні клінічні сценарії, які змінюються в режимі реального часу. Завдяки цьому здобувачі освіти тренуються не лише у володінні інструментами, а й у стратегічному та критичному мисленні, управлінні ресурсами й часом, а також у міжособистісній комунікації (табл. 1.4.1).

Таблиця 1.4.1

Порівняльна характеристика сценарного моделювання та інших форм симуляційного навчання в стоматологічній освіті

Критерій	Сценарне моделювання	Інші форми симуляційного навчання
Ціль навчання	Розвиток клінічного мислення, інтеграція знань, комунікації та технічних навичок	Відпрацювання окремих маніпуляцій чи алгоритмів
Структура	Динамічний клінічний випадок із кількома можливими варіантами розвитку подій	Лінійне завдання з фіксованим сценарієм
Роль викладача	Модератор, сценарист, оцінювач рішень та їх наслідків	Інструктор, що контролює технічну правильність
Тип взаємодії з пацієнтом	Повний цикл: анамнез, обстеження, діагноз, лікування, моніторинг	Частковий або технічний етап взаємодії
Очікуваний результат	Здатність діяти в умовах невизначеності та змінюваного середовища	Автоматизація і точність виконання навички

Джерело: сформовано на підставі [58; 59; 60; 61]

У сучасних умовах практичного впровадження в Україні сценарне моделювання стало не просто допоміжною, а центральною методикою підготовки стоматологів. Його головна перевага – здатність формувати

цілісний професійний підхід, коли здобувач освіти не лише відпрацьовує техніку, а й вчиться аналізувати, прогнозувати та комунікувати. Практична реалізація відбувається у форматі інтерактивних клінічних сценаріїв, де здобувач освіти отримує вихідні дані – скарги та анамнез «пацієнта» (актор, манекен високої реалістичності чи віртуальна симуляція). Надалі він проводить опитування, клінічний та інструментальний огляд, вибирає тактику лікування, і при цьому перебіг подій може змінюватися залежно від його рішень [60].

У терапевтичній стоматології сценарії часто моделюють ситуації, коли початково поставлений діагноз потребує корекції під впливом нових даних. Наприклад, здобувач освіти отримує пацієнта із симптомами хронічного періодонтиту і планує стандартне ендодонтичне лікування. Під час виконання симуляції викладач додає змінну – ускладнений доступ до каналу, перфорацію чи кровотечу, або ж результати рентгену виявляють нетипову анатомію кореневих каналів. Це змушує майбутнього лікаря змінювати план, вибирати інші інструменти, додаткові методи діагностики чи альтернативні матеріали для пломбування.

Ще один приклад – гострий пульпіт у пацієнта з високим рівнем тривожності. У сценарії симулюється не лише технічне проведення анестезії та лікування, але й необхідність заспокоїти пацієнта, пояснити хід лікування, а також діяти в разі раптової непередбаченої реакції на анестетик. Такий підхід поєднує тренування клінічного мислення, комунікативних навичок і стресостійкості.

У хірургічних сценаріях здобувачі освіти можуть стикатися з необхідністю контролювати кровотечу під час видалення зуба мудрості або діяти за розвитку альвеоліту, що виявляється вже під час післяопераційного огляду [61]. В ортопедичній стоматології сценарії часто охоплюють ситуації, коли під час примірки коронки виявляється

алергія на матеріал або виникає необхідність екстрено коригувати прикус через скарги на дискомфорт.

Сценарне моделювання формує комплексну готовність лікаря діяти в умовах невизначеності. Ефективність сценарного підходу в розвитку клінічного мислення майбутніх стоматологів визначається не лише структурою навчальної ситуації, а й рівнем занурення здобувача освіти в контекст професійної діяльності. Ключовим є створення умов, за яких кожен етап сценарію стимулює інтеграцію аналітичного мислення, практичних мануальних дій та елементів професійної взаємодії з пацієнтом і командою. Такий підхід дозволяє моделювати багатофакторні клінічні ситуації, в яких відтворюються як діагностичні й терапевтичні завдання, так і непередбачувані ускладнення, що вимагають швидкої адаптації стратегії. Завдяки цьому здобувачі вищої освіти не лише відпрацьовують алгоритми, але й навчаються гнучко перебудовувати хід клінічного мислення, формуючи здатність переносити здобуті навички в реальні клінічні умови (табл. 1.4.2).

Таблиця 1.4.2

Взаємодія когнітивних, комунікативних та моторних компонентів у сценарному підході до навчання стоматологів

Компонент	**Взаємодія в сценарному середовищі**	**Дидактичні інструменти для активації**	**Ефект у формуванні клінічного мислення**
Когнітивний	Одночасне оброблення клінічної інформації з кількох джерел (анамнез, обстеження, візуалізація) з постійною корекцією гіпотез у процесі виконання маніпуляцій	Динамічні сценарії з неповними даними, завдання з варіативним перебігом, інтерпретація цифрових зображень	Розвиток здатності працювати з невизначеністю, швидке оновлення мисленнєвих моделей
Комунікативний	Паралельне підтримання	Рольові взаємодії, інтеграція	Формування навички

	діалогу з пацієнтом і командою під час виконання маніпуляцій, реагування на емоційні та поведінкові сигнали	емоційних тригерів у сценарій, імітація командної роботи	синхронізації мовленнєвої та моторної активності, збереження якості спілкування у стресі
Моторний	Виконання точних мануальних рухів за когнітивного навантаження та необхідності реагувати на комунікативні стимули	Манекени з біомеханічним зворотним зв'язком, VR/AR-технології, тренажери з варіативними параметрами опору	Автоматизація рухів у складних умовах, здатність виконувати маніпуляції без втрати концентрації на аналізі ситуації
Інтеграційний	Одночасна робота когнітивних, комунікативних і моторних процесів у режимі реального часу	Комплексні сценарії з інтегрованими діагностичними та лікувальними етапами, моделювання непередбачених змін	Формування цілісної клінічної реакції, адаптивної до різких змін у перебігу подій

Джерело: сформовано на підставі [62; 63; 64; 65]

У сучасній практиці сценарного моделювання в стоматологічній освіті головним завданням є створення умов, в яких когнітивні, комунікативні та моторні процеси працюють одночасно і взаємопов'язано, утворюючи цілісну клінічну реакцію. Таке поєднання відбувається не випадково – сценарії спеціально проєктуються так, щоб викликати у здобувача освіти когнітивне навантаження (аналіз неповних або суперечливих даних), емоційно-комунікативну взаємодію (підтримка контакту з пацієнтом і командою) та фізичну активність (виконання точних мануальних дій) в одному часовому проміжку. Це стимулює активацію фронтопарієтальної мережі мозку, яка відповідає за інтеграцію сенсомоторних і виконавчих функцій та зміцнює нейронні зв'язки, що формують основу для швидкого прийняття клінічних рішень.

У практичному вимірі це означає, що сценарій будується як багатошарова симуляція, в якій здобувачів освіти ставлять перед завданням, яке не можна розв'язати виключно теоретично чи технічно – потрібна саме комбінація мислення, комунікації та дії. Наприклад, у терапевтичній стоматології типовий сценарій може передбачати лікування ускладненого пульпіту, коли під час роботи «пацієнт» повідомляє про дискомфорт у ділянці іншого зуба. Здобувач освіти повинен, не припиняючи мануальної роботи, швидко зібрати додаткову інформацію, вирішити, чи змінювати план лікування, пояснити пацієнту можливі варіанти дій і при цьому контролювати якість виконання маніпуляцій [63].

Ще один приклад – лікування карієсу в пацієнта з вираженим блювотним рефлексом. У такій ситуації сценарій навмисно створює переривання в роботі, вимагаючи від здобувача освіти вміння одночасно управляти моторною технікою (мінімізувати подразнення), комунікативно підтримувати пацієнта (знижувати тривожність, інструктувати щодо дихання) та когнітивно планувати адаптовану тактику (наприклад, використання альтернативних інструментів чи методів ізоляції робочого поля) [64].

Важливо, що в умовах симуляційного центру викладач може змінювати сценарій у реальному часі, додаючи непередбачені події – наприклад, раптове «падіння» артеріального тиску пацієнта чи поломку інструменту. Це змушує здобувача освіти оперативно переключати увагу, коригувати план і залучати всі три компоненти одночасно. Такі «динамічні втручання» формують гнучкість мислення і підвищують здатність працювати в умовах клінічної невизначеності.

Таким чином, роль сценарного підходу у формуванні клінічного мислення полягає не просто в імітації реальної практики, а в цілеспрямованому створенні навчального середовища, де кожен компонент – когнітивний, комунікативний і моторний – активується в

синхронному режимі. Це забезпечує формування стійких, інтегрованих професійних навичок, що здатні витримати стресові та непередбачувані умови реальної стоматологічної практики.

Моделі побудови клінічних сценаріїв у стоматологічній освіті еволюціонували від лінійних алгоритмів до адаптивних, аналітично керованих конструкцій, які поєднують цифрові й фізичні середовища. Світова практика тяжіє до інтегрованих рішень із високою функціональною вірогідністю та вбудованою аналітикою результатів, тоді як українська – до раціональних гібридів, що враховують ресурсні обмеження, але зберігають ключові дидактичні властивості: контекст, варіативність, стандартизацію оцінювання та якісний дебрифінг. Ефективність сценарію визначається не стільки рівнем «красивої» візуалізації, скільки здатністю стабільно викликати потрібні когнітивні, комунікативні та моторні дії, забезпечувати валідне вимірювання прогресу і демонструвати перенесення результатів у реальну клініку (табл. 1.4.3).

Таблиця 1.4.3

Типові моделі клінічних сценаріїв у стоматологічній освіті та критерії їх ефективності

Модель	Структурні ознаки (дизайн)	Сильні сторони	Обмеження	Ключові критерії ефективності та метрики
Лінійна алгоритмічна (класична OSCE-станція)	Фіксована послідовність дій; стандартизовані вхідні дані; чек-лист/рубрикатор	Висока стандартизація, добра міжекзаменаторська надійність, простота впровадження	Обмежена варіативність і стрес-моделювання, ризик «заучування»	Контент- і конструктивна валідність; α/Г-К надійність; узгодженість між оцінювачами; час/помилки; відтворюваність
Розгалужена (branching)	Кілька вузлів рішень; події залежать від вибору здобувача освіти; альтернативні кінцеві стани	Тренує роботу з невизначеністю, клінічну стратегію та прогнозування	Вища складність розроблення та оцінювання; потреба в системній логіці	Якість вузлів прийняття рішень; покрокові лог-метрики; правильність маршруту; децізійні індекси
Гібрид «стандартизований пацієнт + фантом/гаптика»	Комунікація з актором поєднана з технічним етапом на моделі/ симуляторі	Одночасне тренування комунікації та мануальних навичок; високий реалізм	Вартість, логістика, потреба в тренінгу акторів та інструкторів	Інтегральна оцінка (SP-рейтинги + технічний чек-лист); відеоаналітика; показники ергономіки та безпеки

Високофідельна VR/AR із гаптичним зворотним зв'язком	Імерсивне 3D-середовище; тактильна вірогідність тканин; сценарні події в реальному часі	Репетиція рідкісних/ризикових ситуацій; детальна телеметрія рухів	Технічні вимоги, потреба у валідованих метриках; ризик зсуву на «ефект новизни»	Кінематика інструменту; точність/ перевитрати тканин; час-до-рішення; криві навчання
Адаптивна аналітично керована (data-driven)	Складність і підказки змінюються від успішності; персоналізація траєкторій	Прискорене оволодіння навичками; таргетинг слабких місць	Потребує якісних даних і психометрії; ризик «переадаптації»	Індивідуальні криві прогресу; мінімально достатній рівень (cut-score); ефект перенесення
Командна міждисциплінарна	Ролі «лікар –асистент –адміністратор»; спільні задачі й розподіл відповідальності	Тренує координацію, тайм-менеджмент, ескалацію проблем	Складність оцінювання індивідуального внеску	Командні індикатори (комунікація, лідерство), матриця ролей, подієві лог-маркери
Український «раціональний гібрид» (Moodle/ віртуальні кейси + фантомний етап)	Електронний сценарій з розгалуженнями → технічна дія на фантомі → короткий OSCE-фінал	Доступність, масштабованість, поступова складність	Обмежена імерсія, фрагментація інструментів	Узгодженість між етапами; сумарна валідність; витрати/ефект; стійкість результатів у клініці

Джерело: сформовано авторами на підставі [66; 67; 68]

У поточній практиці проєктування сценаріїв застосовується цикл «планування – пілотування – стандартизація – аналітика – поліпшення». На етапі планування здійснюють блюпринтинг: вибирають цільові компетентності й прив'язують до них тип сценарію, рівень вірогідності та інструменти вимірювання. Наприклад, для терапевтичної стоматології розгалужений електронний кейс на етапі діагностики карієсу та пульпіту комбінують із фантомним блоком препарування з гаптичним зворотним зв'язком; таким чином, когнітивна стратегія діагностики безшовно переходить у моторну реалізацію втручання. Пілотування виявляє «сліпі зони» сценарію: неінформативні вузли рішень, надмірну підказку або, навпаки, «глухі кути». Стандартизація охоплює калібрування оцінювачів, перевірку міжекзаменаторської узгодженості, встановлення порогів (наприклад, методом Borderline Regression) і узгодження чек-листів із глобальними рейтинговими шкалами, щоб фіксувати не тільки «чи зробив», а й «наскільки клінічно обґрунтовано зробив» [69].

У високофідельних VR/AR-сценаріях ключовим стає функціональний реалізм: різниця у «твердій» емалі, дентині та каріозно змінених тканинах повинна відтворюватись тактильно й

кінематично. Телеметрія дає можливість збирати мікрометрики – амплітуду і стабільність рухів, перевитрати твердих тканин, час до ключового рішення, число корекцій. У гібридних сценаріях з акторами валідність комунікативної частини забезпечується підготовкою стандартизованих пацієнтів за сценарними картами емоційних реакцій; це дозволяє відтворити, наприклад, тривожного пацієнта з гіперестезією, де точність знеболення оцінюється разом з якістю пояснень і тактикою зниження тривоги.

Українські «раціональні гібриди» показують високу рентабельність: електронний розгалужений кейс у Moodle [70] формує когнітивну стратегію (ідентифікація причин болю, інтерпретація рентгену, вибір показань до ендодонтичного втручання), після чого здобувач освіти переходить до фантомного столу і виконує препарування з фіксацією сили натиску та обсягу видалення тканин; завершальний короткий OSCE оцінює комунікацію щодо інформованої згоди і післяпроцедурних рекомендацій. Аналітичний модуль агрегує дані всіх етапів і відображає індивідуальні криві навчання, виявляючи, скажімо, стійку помилку у виборі ізоляції робочого поля або в таймінгу анестезії. Наступний виток циклу коригує сценарій: змінюються вузли рішень, посилюється роль комунікаційних тригерів, уточнюються чек-листи.

Критично важливим елементом, який визначає реальну ефективність, є дебрифінг. У світовій та українській практиці він переходить від загальних коментарів до структурованого аналізу з опорою на дані: відеосегменти маніпуляцій, телеметрія рухів, мікрорішення у вузлах розгалуження, самооцінка здобувача освіти й порівняння з еталонною траєкторією. Саме ця зв’язка «сценарій – метрики – дебрифінг – перепроєктування» забезпечує не лише валідність оцінювання, а й нарощування клінічного мислення, яке переноситься в реальні амбулаторні ситуації. У підсумку ефективний

сценарій – це не лише навчальна історія, а керована експериментальна установка для формування й вимірювання професійної поведінки, що працює однаково на здобувача освіти, викладача та систему забезпечення якості підготовки.

Розглянутий підхід демонструє, що сценарне моделювання в сучасній стоматологічній освіті є динамічним процесом, який поєднує різнорівневі інструменти вимірювання, інтегровані освітні середовища та гнучкі алгоритми корекції змісту. Важливо не лише вбудувати клінічну логіку в навчальну ситуацію, але й вибудувати її у вигляді повторюваного циклу, де кожен етап виконує власну функцію в накопиченні та трансформації педагогічного й клінічного досвіду. Схема нижче ілюструє системну послідовність дій, яка дозволяє перетворити сценарій з окремого навчального епізоду на інструмент довготривалого формування професійної компетентності (рис. 1.4.1).

Рис.1.4.1. Структурно-функціональна модель циклу розроблення та впровадження клінічного сценарію в стоматологічній освіті

Джерело: власна розробка авторів

Візуалізований цикл підкреслює, що успіх сценарного моделювання залежить від збереження неперервності між етапами:

дані, отримані в ході аналітики, не лише впливають на безпосереднє поліпшення сценарію, але й збагачують наступне планування через створення бази кейсів із доведеною педагогічною та клінічною ефективністю. У світовій практиці це дає змогу швидко адаптувати навчальні модулі під зміни в стандартах лікування, а в українському контексті – враховувати локальні протоколи та ресурсні обмеження, водночас підтримуючи високий рівень валідації компетентностей. Таким чином, представлена модель не лише структурує процес, але й відкриває можливість для його масштабування, інтеграції в міждисциплінарні програми і побудови індивідуальних траєкторій навчання майбутніх стоматологів.

В українських симуляційних центрах упровадження сценарного моделювання в стоматологічній освіті супроводжується низкою унікальних викликів, які не зводяться лише до загальних труднощів симуляційного навчання [71]. Однією з ключових проблем є недостатня культура використання багатовузлових сценаріїв із відкритими розгалуженнями, коли траєкторії розвитку клінічного випадку можуть змінюватися залежно від дій здобувача освіти. Через відсутність досвіду проєктування таких сценаріїв значна частина завдань залишається лінійною, що обмежує розвиток гнучкого клінічного мислення та адаптивності в прийнятті рішень.

Ще однією проблемою є брак сценаріїв, побудованих на реальних українських клінічних даних, що призводить до використання адаптованих іноземних кейсів, в яких відображені інші стандарти надання допомоги та інші культурно-комунікативні особливості взаємодії з пацієнтом [63]. Це знижує автентичність навчального досвіду та ускладнює перенесення навичок у реальну клінічну практику.

Особливо відчутним є дефіцит сценаріїв із багаторівневим контролем рішень, коли кожен крок здобувача освіти впливає на

клінічний перебіг і відкриває чи закриває подальші діагностичні та лікувальні опції [65]. Через це оцінювання часто ґрунтується на фінальному результаті, ігноруючи якість проміжних рішень, що позбавляє процес важливої навчальної цінності.

Значною перешкодою є й обмеженість інструментів для інтеграції комунікативних і моторних компонентів в єдиний сценарій. Наприклад, ситуації, де після пояснення плану лікування пацієнту здобувач освіти одразу переходить до фантомного виконання маніпуляції, залишаються рідкісними, що розриває логіку клінічного процесу [67].

Крім того, в українській практиці сценарного моделювання недостатньо розвинена система зворотного зв'язку, яка би використовувала телеметрію рухів, аналіз голосових інтервенцій і автоматизовану інтерпретацію помилок у прийнятті рішень [61]. Без цього сценарії залишаються більш демонстраційними, ніж аналітично орієнтованими і не створюють повноцінного середовища для формування стійких клінічних стратегій.

Щоб оптимізувати розроблення та реалізацію сценаріїв для формування клінічного мислення майбутніх стоматологів, слід запровадити комплексні підходи, спрямовані на підвищення інтелектуальної, методичної та технологічної цінності сценарного моделювання.

По-перше, необхідно створювати сценарії з динамічною структурою, в яких траєкторія клінічного випадку змінюється залежно від рішень здобувача освіти. Це забезпечить моделювання невизначеності та варіативності реальних амбулаторних ситуацій. У таких сценаріях варто оцінювати не лише кінцевий результат, а й логіку діагностичного та лікувального процесу, тактику управління ускладненнями та здатність адаптувати план лікування.

По-друге, слід інтегрувати сценарії, які поєднують когнітивний, комунікативний і моторний компоненти в єдину логічну лінію. Це дозволяє майбутньому стоматологу не лише планувати втручання, але й одразу відпрацьовувати його на фантомах чи симуляторах із гаптичним зворотним зв'язком. Доцільно також моделювати різні психоемоційні стани пацієнтів – тривогу, недовіру, біль, щоби формувати навички комунікаційної адаптивності.

По-третє, важливо застосовувати автоматизовані аналітичні модулі, які в реальному часі відслідковують швидкість і плавність рухів, послідовність маніпуляцій, частоту корекцій, тривалість прийняття рішень. Інтеграція цих даних у систему зворотного зв'язку дає змогу виявляти слабкі місця та оперативно адаптувати сценарій під потреби здобувача освіти.

По-четверте, слід формувати національні банки сценаріїв, розроблених на основі реальних клінічних випадків української практики. Це підвищить автентичність навчання й забезпечить відповідність локальним протоколам та культурно-комунікативним особливостям взаємодії з пацієнтом.

Нарешті, необхідно системно підвищувати кваліфікацію викладачів. Програми мають охоплювати навички сценарного дизайну, управління комплексними симуляціями та інтерпретацію телеметричних даних. Така підготовка дозволить зробити сценарне моделювання системоутворювальним складником стоматологічної освіти.

Таким чином, запропоновані напрями оптимізації безпосередньо відповідають на проблеми, окреслені вище, та відкривають можливості для перетворення сценарного моделювання з додаткового елементу на повноцінний інструмент формування клінічного мислення майбутніх стоматологів.

1.5. Акредитаційні вимоги до симуляційних центрів в Україні та ЄС: порівняльний аналіз

Акредитація симуляційних центрів у стоматології є одним із ключових інструментів сучасної системи забезпечення якості вищої медичної освіти. Вона виконує не лише формальну функцію підтвердження відповідності матеріально-технічної бази та кадрового складу встановленим вимогам, а й виступає чинником інтеграції України в міжнародний освітній простір. Наявність сертифікованих центрів дозволяє забезпечити стандартизацію підготовки, підвищення рівня практичних компетентностей здобувачів освіти та уніфікацію методик оцінювання.

Розвиток симуляційної медицини актуалізував потребу у створенні нормативно-правових механізмів контролю, які гарантували б не лише наявність обладнання, але й ефективність його використання в освітньому процесі. Українська модель акредитації нині тяжіє до централізованого державного регулювання, що забезпечує єдність стандартів, але часто характеризується недостатньою гнучкістю. Для порівняння: у країнах Європейського Союзу застосовується багаторівнева система акредитації, яка поєднує національні норми, наднаціональні директиви та стандарти професійних асоціацій, що дає змогу швидко адаптувати вимоги до новітніх тенденцій у стоматологічній освіті.

Важливим підтвердженням становлення української моделі є факт створення за фінансової підтримки Швейцарії шести сучасних симуляційних центрів у Львові, Рівному, Тернополі, Житомирі, Харкові та Чернівцях [72]. На базі цих центрів функціонують як міждисциплінарні, так і профільні стоматологічні лабораторії. Наприклад, у Тернопільському національному медичному університеті симуляційний центр використовується для комплексної підготовки

майбутніх лікарів-стоматологів, а в Чернівцях при Буковинському державному медичному університеті діє Dental Phantom Class із понад десятком робочих місць для відпрацювання стоматологічних маніпуляцій [73]. За оцінками Міністерства охорони здоров'я та учасників україно-швейцарського проєкту «Розвиток медичної освіти», станом на 2025 рік ці центри вже стали ядром практичної підготовки студентів та майданчиками для впровадження об'єктивно структурованих клінічних іспитів (OSCE).

Таким чином, статистика свідчить про поступове формування мережі акредитованих симуляційних центрів у системі вищої медичної освіти України, що створює передумови для уніфікації освітніх стандартів і гармонізації з європейськими практиками (табл. 1.5.1).

Таблиця 1.5.1

Ключові нормативно-правові та організаційні основи акредитації симуляційних центрів у стоматології в Україні та ЄС

Параметр	Україна	Європейський Союз
Основні регулятори	Міністерство освіти і науки; Міністерство охорони здоров'я; Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО)	Національні міністерства освіти та охорони здоров'я; Association for Dental Education in Europe (ADEE); міжнародні акредитаційні агентства
Нормативно-правова база	Закон України «Про освіту» [74]; Закон України «Про вищу освіту» [75]; Постанова КМУ № 1187 [76]; Галузевий стандарт спеціальності 221 «Стоматологія», магістр – наказ МОН № 879 [77]	Директива 2005/36/ЕС [78]; Директива 2013/55/EU [79]; Profile and Competences for the Graduating European Dentist (ADEE, 2017) [80]; Simulation-based Education Framework (ADEE) [81]; WFME Global Standards [82]
Структура стандартів	Вимоги до ресурсної бази, кадрів, програм та оцінювання	Мінімальні ресурси; безперервний розвиток кадрів; клінічна інтеграція; стандарти безпеки
Механізм акредитації	Державна перевірка раз на п'ять років; документальний аналіз; виїзна експертиза	Зовнішній аудит; самооцінка закладу; візит експертів; моніторинг результатів
Принципи	Відповідність національним стандартам	Орієнтація на компетентності, освітні результати, адаптивність та уніфікацію

Джерело: сформовано на підставі [74–82]

В Україні основу правового поля формують базові закони у сфері освіти [74; 75], які встановлюють загальні засади державної політики в галузі вищої освіти та її якості. Вони задають рамки, в яких функціонують спеціальні нормативні акти. Постанова Кабінету Міністрів № 1187 [76] визначає ліцензійні умови провадження освітньої діяльності й деталізує обов'язкові вимоги до кадрового складу, матеріальної бази та фінансової стабільності закладів. Найбільш релевантним документом для стоматології є галузевий стандарт підготовки за спеціальністю 221 «Стоматологія», затверджений наказом МОН № 879 [77]. У цьому стандарті вперше системно закріплено обов'язкове використання симуляційних технологій у підготовці магістрів-стоматологів, чітко визначено компетентності, які мають формуватися під час роботи в симуляційних центрах, а також закладено вимоги до оцінювання результатів навчання. На практиці це означає, що під час акредитації експертна комісія НАЗЯВО аналізує не лише документи, але й проводить виїзні перевірки: оглядає матеріально-технічне оснащення (стоматологічні фантоми, симулятори для препарування, цифрові тренажери, робочі місця з реалістичним обладнанням), відвідує заняття і перевіряє відповідність методичного супроводу державним стандартам.

У 2021–2024 роках у нормативну базу було внесено кілька суттєвих змін: уніфіковано вимоги до оснащення симуляційних центрів у медичних університетах, запроваджено обов'язкові критерії щодо інтеграції об'єктивно структурованого клінічного іспиту (OSCE) у систему акредитації програм, а також підготовлено проєкти стандартів для міждисциплінарних симуляційних модулів. Ці проєкти слугують практичним майданчиком для відпрацювання нових нормативних підходів, які в майбутньому мають стати складовою частиною єдиної системи акредитації.

В Європейському Союзі фундамент становлять директиви Європейського парламенту і Ради про визнання професійних кваліфікацій [78; 79], які встановлюють мінімальні вимоги до підготовки медичних і стоматологічних спеціалістів та гарантують взаємне визнання дипломів у країнах-членах ЄС. Водночас професійні організації відіграють не менш важливу роль. Документ ADEE «Profile and Competences for the Graduating European Dentist» [80] закріплює перелік компетентностей, яких має досягти випускник стоматологічного факультету, а «Simulation-based Education Framework» [81] конкретизує вимоги до симуляційних програм, серед яких – розроблення клінічно релевантних сценаріїв, безпечність середовища, наявність систем оцінювання результативності та підготовка викладачів. Ці документи на практиці стають основою для акредитації, адже більшість європейських університетів мають інтегрувати їх у свої програми, щоби підтвердити міжнародний рівень якості. Додаткову рамку задають глобальні стандарти WFME [82], які закріплюють принципи неперервного вдосконалення та міжнародної сумісності акредитаційних підходів.

У сучасних умовах практика реалізації цих стандартів різниться від країни до країни, але всюди зберігає орієнтацію на результативність. Зокрема, в Нідерландах акредитація здійснюється через незалежну організацію NVAO (Accreditation Organisation of the Netherlands and Flanders) [83]. Вона проводить не лише оцінювання ресурсів, але й аналіз освітніх результатів, зокрема успішності студентів на об'єктивних структурованих клінічних іспитах (OSCE), частоти використання симуляційного обладнання, рівня інтеграції симуляцій у клінічну практику. Подібний підхід створює прозору систему контролю, де доказова ефективність освітнього процесу важливіша за формальне дотримання вимог. У Німеччині значну роль відіграє агенція AQAS (Agency for Quality Assurance through Accreditation of Study

Programs) [84], яка проводить незалежне оцінювання програм, включно зі стоматологічними, на предмет відповідності міжнародним та європейським стандартам. У рамках акредитації оцінюється не лише інфраструктура, але й наявність сертифікованих навчальних програм із симуляційним компонентом, регулярність підвищення кваліфікації викладачів і спроможність закладу інтегрувати новітні освітні технології. Це забезпечує гнучкість системи та її здатність оперативно реагувати на нові виклики.

У сучасному європейському просторі медична освіта, зокрема стоматологічна, дедалі більше інтегрує симуляційні технології як ключовий елемент підготовки майбутніх фахівців. Це зумовлює необхідність уніфікації стандартів акредитації симуляційних центрів, що слугують гарантією належного рівня матеріально-технічної бази, кваліфікації викладацького персоналу та валідності освітніх програм. Акредитаційні процедури в Європейському Союзі спрямовані на те, щоб забезпечити прозорість і порівнюваність освітніх результатів, а також відповідність міжнародним критеріям якості. У сфері стоматології це надзвичайно важливо, оскільки симуляційні модулі дозволяють відпрацьовувати тонкі моторні навички та клінічне мислення без ризику для пацієнтів. Таким чином, аналіз структури та змісту стандартів, які застосовуються в ЄС, дозволяє виявити специфічні риси цього процесу й окреслити їх значення для практики в Україні (табл. 1.5.2).

Таблиця 1.5.2

Порівняльна характеристика стандартів акредитації симуляційних центрів у стоматології в ЄС та Україні

Критерій	**ЄС**	**Україна**
Рівні акредитації	Багаторівнева система (базова, повна, міжнародна), яка враховує ступінь інтеграції симуляцій у навчальні програми та наявність системи внутрішнього контролю якості	Формальна акредитація закладу освіти та ліцензування освітньої діяльності, окремого рівня для симуляційних центрів немає

Вимоги до персоналу	Обов'язкова наявність сертифікованих інструкторів із симуляційної освіти, педагогічні тренінги для викладачів, стимулювання до наукової роботи у сфері освітніх інновацій	Викладацький склад відповідає загальним стандартам вищої медичної освіти; спеціальної сертифікації із симуляційного навчання не передбачено
Матеріально-технічна база	Стандартизовані симулятори, цифрові тренажери (наприклад, Simodont Dental Trainer), VR/AR-технології, спеціально обладнані манекени та віртуальні клініки	Основний акцент на фантомних класах і тренажерах; сучасні VR/AR-технології лише поступово впроваджуються в окремих університетах
Освітні програми	Інтегровані симуляційні модулі, стандартизація результатів навчання (ADEE Profile and Competences), використання цифрових інструментів оцінювання, як-от LiftUpp	Симуляційні технології згадуються в стандартах як рекомендовані, але без детально визначених рівнів інтеграції та механізмів оцінювання
Якість і міжнародне визнання	Акредитація здійснюється міжнародними агенціями (NVAO, AQAS), що забезпечує мобільність випускників та визнання дипломів у межах ЄС	Акредитація носить національний характер, механізми міжнародного визнання залежать від угод про взаємне визнання дипломів

Джерело: сформовано на підставі [75–85]

Розглянуті стандарти акредитації демонструють, що ключова відмінність між ЄС та Україною полягає в рівні деталізації вимог і ступені інтеграції симуляційного навчання в освітній процес. На рівні інфраструктури європейські центри широко впроваджують високотехнологічні рішення. Наприклад, Simodont Dental Trainer, поширений у країнах Західної Європи, дозволяє здобувачам освіти відпрацьовувати мануальні навички з високим ступенем реалістичності, що безпосередньо визнається акредитаційними органами як показник відповідності міжнародним стандартам [85]. Додатково активно застосовуються цифрові інструменти оцінювання, як-от система LiftUpp (Queen's University Belfast), яка фіксує результати кожного практичного заняття та створює доказову базу для внутрішньої і зовнішньої акредитації [86].

Організаційно симуляційні центри в країнах ЄС функціонують не лише як навчальні підрозділи, а як комплексні освітньо-наукові платформи. Humanitas University Simulation Center (Італія) інтегрує симуляційні технології в мультидисциплінарний освітній процес, охоплюючи як медичні, так і стоматологічні програми [87]. L'Hôpital Virtuel de Lorraine (Франція) виконує роль національного центру компетентностей, забезпечує міжуніверситетське навчання й водночас виступає дослідницьким майданчиком. Його фінансування реалізується в партнерстві з ЄС, що розширює можливості для сталого розвитку та міжнародної співпраці [88].

На рівні сертифікації та акредитації європейські практики передбачають комплексний контроль, що виходить за межі формальної перевірки документів. Акредитація включає оцінювання матеріально-технічної бази, інтеграцію симуляцій у стандартизовані освітні програми, регулярність підвищення кваліфікації викладачів та постійний моніторинг результатів. Таким чином, сучасна акредитація в ЄС охоплює інфраструктурні ресурси, організаційні механізми та систему сертифікації, що забезпечує не лише високу якість підготовки, а й міжнародне визнання результатів навчання.

Гармонізація стандартів акредитації симуляційних центрів у стоматології в Україні з європейськими зіштовхується з цілим комплексом труднощів, які мають як історичні, так і системні, організаційні, фінансові та культурні корені. На історичному рівні ключовим бар'єром є спадщина радянської системи медичної освіти, яка десятиліттями орієнтувалася на аудиторно-лекційний формат із мінімальним використанням сучасних симуляційних методів. Це призвело до затримки у формуванні культури симуляційного навчання та браку системних інвестицій у відповідну інфраструктуру. На відміну від цього, в країнах ЄС перехід до компетентнісно орієнтованої освіти

відбувся значно раніше, що сприяло інтеграції симуляцій у стандартні навчальні програми ще з кінця XX століття.

Організаційні проблеми включають відсутність уніфікованих вимог до акредитації на національному рівні [89]. Українські стандарти залишаються фрагментарними й часто не узгоджені між собою. Бракує чіткої вертикалі контролю якості, а також системи зовнішнього незалежного оцінювання симуляційних центрів. В ЄС наявність усталених структур (наприклад, ADEE чи WFME) дозволяє забезпечити прозорість і довіру до акредитаційних процедур. В Україні ж відсутність єдиного координаційного центру створює ситуацію, коли кожен університет або медичний факультет змушений формувати власні підходи, що унеможливлює стандартизацію.

Помітним обмеженням є також фінансова нестабільність. Симуляційні центри потребують значних інвестицій у високотехнологічне обладнання, підтримку програмного забезпечення та його постійне оновлення. Європейські заклади освіти отримують фінансування з різних джерел – державних програм, приватних інвестицій, грантів ЄС, партнерств із виробниками обладнання [88]. В Україні джерела фінансування обмежуються державним бюджетом, який у період воєнного стану ще більше скорочений, а приватні інвестиції у сферу стоматологічної освіти залишаються незначними.

Кадровий аспект виявляється не менш проблемним. Система підготовки інструкторів для роботи із симуляційними технологіями залишається недорозвиненою, що призводить до дисбалансу між наявністю обладнання і можливістю його ефективного використання [90]. Викладачі часто мають високе клінічне навантаження і не отримують достатньої підтримки для розвитку симуляційної педагогіки. В європейських країнах передбачені програми професійного розвитку, де інструктори регулярно проходять сертифікаційні курси, стажування та тренінги.

Суттєвими є й нормативно-правові проблеми [91]. В Україні досі відсутня інтеграція європейських вимог до якості вищої освіти у сфері симуляційної підготовки на рівні законодавства. Це стосується не лише стандартів акредитації, а й механізмів взаємного визнання дипломів і сертифікатів. У результаті навіть ті українські симуляційні центри, які відповідають міжнародним вимогам, не завжди можуть підтвердити свою якість у міжнародному освітньому просторі.

Окрему групу обмежень становлять соціокультурні та ментальні бар'єри. Традиційно в Україні клінічний досвід на «живих» пацієнтах вважався головним критерієм підготовки лікаря, тоді як симуляційне навчання сприймалося як другорядне. Такий підхід знижував мотивацію до інвестування в симуляційні технології. Натомість в Європі симуляційне навчання вже давно розглядається як етична альтернатива клінічній практиці на ранніх етапах підготовки [92].

Додатково варто врахувати вплив зовнішніх факторів. Воєнні дії призвели до руйнування частини матеріально-технічної бази, евакуації закладів вищої освіти, зниження доступу до міжнародних грантів. Паралельно із цим швидкий розвиток технологій у світі призводить до ще більшого розриву між можливостями України та ЄС. Якщо в європейських країнах активно впроваджуються VR-технології, цифрові платформи для інтеграції результатів навчання, системи автоматизованого оцінювання студентів, то в Україні більшість симуляційних центрів обмежуються базовими фантомами.

Не менш вагомою проблемою є брак міжсекторальної співпраці. В ЄС розвиток симуляційної медицини активно підтримується через партнерства університетів з технологічними компаніями, що дозволяє не лише оновлювати базу, а й розробляти нові інноваційні продукти. В Україні взаємодія з приватним сектором залишається епізодичною і не набуває системного характеру.

Адаптація та вдосконалення акредитаційних вимог для симуляційних центрів у стоматологічній освіті України має ґрунтуватися на принципах поступового наближення до європейських стандартів якості. Насамперед доцільно забезпечити перехід від формального оцінювання матеріально-технічної бази до комплексної перевірки ефективності освітнього процесу, що включає надання оцінки досягнутим компетентностям здобувачів вищої освіти, валідність методів симуляційного навчання та обґрунтованість критеріїв оцінювання. У цьому контексті варто закріпити симуляційний центр як окремий об'єкт акредитації з мінімальними базовими вимогами до кадрового, технічного та методичного забезпечення.

Важливим напрямом є впровадження цифрових технологій моніторингу та обліку результатів симуляційних занять, що дозволить створити об'єктивну доказову базу для акредитаційних процедур і водночас сприятиме розвитку внутрішніх механізмів якості. Використання електронних платформ для збору даних про успішність здобувачів вищої освіти, їх прогрес та рівень інтеграції набутих навичок у клінічну практику формує основу для прозорості та порівнюваності результатів як у межах України, так і на міжнародному рівні.

Окремої уваги потребує кадрове питання. В Україні необхідно розробити програми підготовки та підвищення кваліфікації викладачів, які спеціалізуються на симуляційному навчанні. Цей підхід відповідатиме європейській практиці, де викладачі симуляційних центрів проходять додаткове навчання з педагогіки, психології та технологій моделювання. Створення інституту сертифікації інструкторів і викладачів дозволить забезпечити відповідність їх професійної підготовки європейським вимогам.

Не менш суттєвим є фінансовий аспект. Для забезпечення сталості функціонування симуляційних центрів акредитаційні вимоги

повинні містити положення про багатоканальне фінансування: державні інвестиції, кошти місцевих бюджетів, грантову підтримку, державно-приватне партнерство. Важливо, щоб фінансові механізми враховували реальну потребу в модернізації обладнання та впровадженні високофідельних технологій, які визначають сучасні стандарти підготовки в стоматології.

З погляду міжнародної інтеграції доцільно закріпити вимогу щодо регулярної зовнішньої експертної оцінки за участю незалежних європейських агентств. Це не лише сприятиме прозорості, а й забезпечить взаємне визнання результатів навчання, що є ключовою умовою входження в єдиний освітній простір ЄС. Впровадження двоетапної системи акредитації – внутрішньої національної та зовнішньої міжнародної – дозволить гарантувати якість і підвищити конкурентоспроможність українських освітніх програм.

Отже, гармонізація акредитаційних вимог передбачає створення багатовимірної моделі, що поєднує нормативні, організаційні, фінансові та кадрові механізми. Така модель забезпечить якісну підготовку стоматологів, підвищить довіру до української системи освіти і сприятиме її інтеграції в європейський освітній простір, забезпечуючи взаємну сумісність та академічну мобільність (рис. 1.5.1).

Рис. 1.5.1. Інтегрована модель гармонізації акредитаційних вимог симуляційних центрів у стоматології

Джерело: власна розробка авторів

Застосування інтегрованої моделі в сучасних умовах дозволяє перетворити акредитаційний процес на багатовекторний інструмент підвищення якості освіти, а не лише на механізм формальної перевірки. Нормативна гармонізація забезпечує юридичну сумісність, організаційні реформи створюють прозору систему оцінювання, кадрові інвестиції гарантують педагогічну ефективність, а фінансові механізми – стабільність функціонування центрів. Технологічне оновлення сприяє відповідності сучасним вимогам практичної стоматології, а міжнародна інтеграція відкриває шлях до взаємного визнання дипломів і мобільності здобувачів освіти. Така модель створює синергетичний ефект, коли всі компоненти взаємно підсилюють один одного, забезпечуючи не лише відповідність європейським критеріям, але й поступальне зростання

конкурентоспроможності української стоматологічної освіти в глобальному контексті. Водночас слід ураховувати, що імплементація європейських підходів без адаптації до національних ресурсних, кадрових та культурних умов може мати зворотний ефект, призводячи до формалізації стандартів без реального підвищення якості освітнього процесу.

Висновки до розділу 1

Комплексний аналіз стандартів акредитації симуляційних центрів у стоматології засвідчив, що в Україні поступово формується новий освітній простір, орієнтований на наближення до європейських вимог. Показовими змінами стали включення симуляційних технологій до галузевого стандарту спеціальності 221 «Стоматологія» (наказ МОН № 879), запровадження обов'язкових елементів об'єктивно структурованого клінічного іспиту (OSCE) у пілотних програмах та уніфікація вимог до матеріально-технічного забезпечення симуляційних центрів у ліцензійних умовах. Також відзначається поява міжуніверситетських центрів, що відповідають європейським моделям інтеграції та відкритості, зокрема в Тернополі та Чернівцях.

Одним із ключових здобутків стала не лише формальна фіксація компетентнісного підходу в нормативних документах, а і його практична імплементація через використання симуляційних модулів у навчальних планах, розроблення стандартизованих сценаріїв та інтеграцію цифрових фантомів. Це підтверджується критеріями оцінювання, які наразі застосовує НАЗЯВО: відповідність симуляційного обладнання державним стандартам, наявність програмних модулів для розвитку клінічних компетентностей і результативність складання OSCE здобувачами вищої освіти.

Європейський досвід демонструє більш усталені та деталізовані підходи, що охоплюють не лише вимоги до інфраструктури й кадрового забезпечення, а й незалежні механізми зовнішнього моніторингу, прозорі процедури сертифікації та сталість фінансування. Водночас спільними рисами обох систем залишаються орієнтація на безпечне для пацієнта освітнє середовище, розвиток практичних навичок у контрольованих умовах та прагнення до уніфікації стандартів у межах ширшого освітнього простору.

Виявлені відмінності пояснюються різним історичним та економічним контекстом: в Європі симуляційна освіта має тривалу традицію й базується на роботі незалежних акредитаційних агентств, тоді як в Україні відповідні інституційні механізми перебувають на етапі становлення. Попри це, національна система демонструє позитивну динаміку завдяки впровадженню цифрових технологій, реалізації міжнародних проєктів та поступовій адаптації європейських практик.

Надзвичайно важливо зазначити, що неврегульованість питання міжнародного визнання акредитацій українських симуляційних центрів наразі створює ризик обмеженої мобільності випускників і знижує конкурентоспроможність дипломів на європейському ринку. Подальша інтеграція стане можливою лише за умови досягнення юридичної сумісності процедур акредитації з європейськими директивами та глобальними стандартами WFME.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Philip N., Ali K., Duggal M., Daas H., Nazzal H. Effectiveness and student perceptions of haptic virtual reality simulation training as an instructional tool in pre–clinical paediatric dentistry: a pilot pedagogical study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20, № 5. Article 4226. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20054226.

2. Nassar H. M., Tekian A. Computer simulation and virtual reality in undergraduate operative and restorative dental education: A critical review. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, № 7. P. 812–829. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12138.

3. Higgins D., Hayes M. J., Taylor J. A., Wallace J. P. How do we teach simulation-based dental education? Time for an evidence-based, best-practice framework. *European Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 24, № 4. P. 815–821. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12551.

4. Qutieshat A. S. Assessment of dental clinical simulation skills: recommendations for implementation. *Journal of Dental Research and Reviews*. 2018. Vol. 5, № 4. P. 116–123. DOI: https://doi.org/10.4103/jdrr.jdrr_56_18.

5. Leung A. L. S., Yeung C., Chu S., Wong A. W. Y., Yu O. Y., Chu C. H. Use of computer simulation in dental training with special reference to simodont. *Dentistry Journal*. 2021. Vol. 9, № 11. 125. DOI: https://doi.org/10.3390/dj9110125.

6. Moussa R., Alghazaly A., Althagafi N., Eshky R., Borzangy S. Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *European Journal of Dentistry*. 2022. Vol. 16, № 1. P. 14–31. DOI: 10.1055/s-0041-1731837

7. Пілотування ОСКІ з віртуальною симуляцією клінічних кейсів у ТНМУ. Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського: вебсайт. 2023. URL: https://www.tdmu.edu.ua/blog/2023/12/13/pilotuvannya–oski–z–virtualnoyu–symulyatsiyeyu–klinichnyh–kejsiv–v–tnmu–yak–implementatsiya–rezultativ–proyektu–safemed/ (дата звернення: 11.08.2025).

8. Симуляційний центр стоматологічного факультету ОНМедУ. Одеський національний медичний університет: вебсайт. 2023. URL: https://onmedu.edu.ua/simuljacijnij–centr–stomatologichnogo–fakultetu–onmedu/ (дата звернення: 11.08.2025).

9. Mirghani I. A., Mushtaq F., Allsop M. J., Al-Saud L. M., Tickhill N., Potter C., Manogue M. Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. *European Journal of Dental Education*. 2018. Vol. 22, № 1. P. 67–71. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12245.

10. Dixon J., Towers A., Martin N., Field J. Re-defining the virtual reality dental simulator: demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback. *European Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 25, № 1. P. 108–116. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12581.

11. Центр симуляційного навчання в стоматології. Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького: вебсайт. 2025. URL: https://new.meduniv.lviv.ua/pidrozdily/tsentr–symulyatsijnogo–navchannya–v–stomatologiyi/ (дата звернення: 11.08.2025).

12. Навчально–науковий центр медичних симуляцій. Національний медичний університет імені О. О. Богомольця: вебсайт. 2023. URL: https://nmuofficial.com/navchalno–naukovyj–tsentr–medychnyh–symulyatsij/ (дата звернення: 11.08.2025).

13. Li Y., Ye H., Ye F., Liu Y., Lv L., Zhang P., Zhou Y. The current situation and future prospects of simulators in dental education. *Journal of Medical Internet Research*. 2021. Vol. 23, № 4. Article e23635. DOI: https://doi.org/10.2196/23635.

14. Kashbour W. A., Kendall J., Grey N. Students' perspectives of early and gradual transitioning between simulation and clinical training in dentistry and their suggestions for future course improvements. *European Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 23, № 4. P. 471–481. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12455.

15. Marti K., Sandhu G., Aljadeff L., Greene R., Lesch A. B., Le J. M., Rooney D. M. Simulation-based medical emergencies education for dental students: a three-year evaluation. *Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 83, № 8. P. 973–980. DOI: https://doi.org/10.21815/JDE.019.084.

16. Юрій Р. Ф., Башкірова Л. М., Тиравська Ю. В. Роль віртуальних пацієнтів та тренажерів у симуляційному навчанні та клінічній медичній освіті України. *Академічні візії*. 2023. Вип. 26. DOI: http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10334141.

17. Ковальова О. Впровадження симуляційних технологій навчання в медичну освіту. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2019. Вип. 1. С. 36–41. DOI: https://doi.org/10.28925/1609–8595.2019.1.3641.

18. Повч О. А., Курбанов А. К. Оптимізація програм симуляційного навчання для вдосконалення хірургічної освіти в медичних закладах вищої освіти України. *Академічні візії*. 2025. Вип. 39. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14588609.

19. Бичков С., Цівенко О., Черкова Н., Душик Л. Аналіз досвіду симуляційного навчання у формуванні готовності майбутніх лікарів до практичної діяльності. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2022. Вип. 9. DOI: https://doi.org/10.26565/2617–409X–2022–9–01.

20. Simulation in Dental Education. King's College London: вебсайт. 2020–2021. URL: https://www.kcl.ac.uk/dentistry/simulation–in–dental–education (дата звернення: 11.08.2025).

21. Virtual Reality: a ‘flight simulator’ for dental students. New York University: вебсайт. 2024. URL: https://www.nyu.edu/about/news–publications/news/2024/december/virtual–reality–dentistry.html (дата звернення: 11.08.2025).

22. Юрій Р. Ф., Башкірова Л. М., Тиравська Ю. В. Роль віртуальних пацієнтів та тренажерів у симуляційному навчанні та клінічній медичній освіті України. *Академічні візії*. 2023. Вип. 26. DOI: http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10334141.

23. Ковальова О. Впровадження симуляційних технологій навчання в медичну освіту. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2019. Вип. 1. С. 36–41. DOI: https://doi.org/10.28925/1609–8595.2019.1.3641.

24. Повч О. А., Курбанов А. К. Оптимізація програм симуляційного навчання для вдосконалення хірургічної освіти в медичних закладах вищої освіти України. *Академічні візії*. 2025. Вип. 39. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14588609.

25. Бичков С., Цівенко О., Черкова Н., Душик Л. Аналіз досвіду симуляційного навчання у формуванні готовності майбутніх лікарів до практичної діяльності. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2022. Вип. 9. DOI: https://doi.org/10.26565/2617–409X–2022–9–01.

26. Медичний симуляційний центр – Стоматологія. ВНМУ ім. М. І. Пирогова: вебсайт. 2023. URL: https://www.vnmu.edu.ua/медичний–симуляційний–центр/стоматологія (дата звернення: 11.08.2025).

27. Симуляційний центр ННІ якості освіти ХНМУ: вебсайт. 2021. URL: https://knmu.edu.ua/navchalno–naukovyj–instytut–yakosti–osvity–hnmu/symulyaczijnyj–czentr–nni–yao/ (дата звернення: 11.08.2025).

28. Юрій Р. Ф., Башкірова Л. М., Тиравська Ю. В. Роль віртуальних пацієнтів та тренажерів у симуляційному навчанні та клінічній медичній освіті України. *Академічні візії*. 2023. Вип. 26. DOI: http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10334141.

29. Ковальова О. Впровадження симуляційних технологій навчання в медичну освіту. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2019. Вип. 1. С. 36–41. DOI: https://doi.org/10.28925/1609–8595.2019.1.3641.

30. Повч О. А., Курбанов А. К. Оптимізація програм симуляційного навчання для вдосконалення хірургічної освіти в медичних закладах вищої освіти України. *Академічні візії*. 2025. Вип. 39. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14588609.

31. Бичков С., Цівенко О., Черкова Н., Душик Л. Аналіз досвіду симуляційного навчання у формуванні готовності майбутніх лікарів до практичної

діяльності. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2022. Вип. 9. DOI: https://doi.org/10.26565/2617–409X–2022–9–01.

32. Simulation Clinic. University of Toronto Faculty of Dentistry: вебсайт. 2025. URL: https://dentistry.utoronto.ca/simulation–clinic (дата звернення: 11.08.2025).

33. First Planmeca simulation units in Romania offer new possibilities for dental education. *Dental Tribune*. 2021. URL: https://www.planmeca.com/news–and–events/newsroom/2021/first–planmeca–simulation–units–in–romania–offer–new–possibilities–for–dental–education/ (дата звернення: 11.08.2025).

34. Simulation Centre. University of Tartu: вебсайт. 2020. URL: https://kliinilinemeditsiin.ut.ee/en/node/69391 (дата зверення: 11.08.2025).

35. Yuryk O., Zlobin O., Vainahii O., Fedosieieva O., Shaulko O. Analysis of the use of innovative technologies in simulation training to improve the quality of the educational process: experience of medical HEIs in Ukraine during the war. *Academia*. 2024. Vol. 35–36. C. 73–91. DOI: https://doi.org/10.26220/aca.5003.

36. Kuzmenko A., Chernova T., Kravchuk O., Kabysh M., Holubenko T. Innovative educational technologies: European experience and its implementation in the training of specialists in the context of war and global challenges of the 21st century. *Journal of Curriculum and Teaching*. 2023. Vol. 12, № 5. P. 68–79. DOI: https://doi.org/10.5430/jct.v12n5p68.

37. Kudria O., Skovronskyi B., Marushchak O., Honcharova N., Sipii V. The role of innovative techniques in development of STEM–education in Ukraine. *Academia*. 2024. Vol. 35–36. C. 132–155. DOI: https://doi.org/10.26220/aca.5006.

38. Ivanchov P., Povch O., Sydorenko V., Kurbanov A., Lobodae S. Integrated simulation training for surgical skill development in Ukrainian medical universities during war. *Academia*. 2024. Вип. 35–36. C. 9–27. DOI: https://doi.org/10.26220/aca.5000.

39. Yuriy R., Huzchenko S., Lobach N., Karbovanets O., Bokova S., Isychko L. Modern digital learning and simulation technologies in higher medical education: definitions, innovative potential. *Amazonia Investiga*. 2022. Vol. 11, № 60. P. 53–61. DOI: https://doi.org/10.34069/AI/2022.60.12.6.

40. Yatsyshyn R., Cherniuk N., Drogomeretska O., Kuryliv H., Salyzhyn T. Importance of integrated simulation approaches in medical education when teaching therapy disciplines to students of medical faculty. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2023. Vol. 10, № 3. P. 201–207. DOI: https://doi.org/10.15330/jpnu.10.3.201–207.

41. Khmelnytska O., Tkachenko L. The problem of application of simulation methods and teaching tools in the educational process of higher education institutions. *Scientia et Societus*. 2023. Vol. 2, № 2. P. 84–95.

42. So H. Y., Chen P. P., Wong G. K. C., Chan T. T. N. Simulation in medical education. *Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*. 2019. Vol. 49, № 1. P. 52–57. DOI: https://doi.org/10.4997/jrcpe.2019.112.

43. Elendu C., Amaechi D. C., Okatta A. U., Amaechi E. C., Elendu T. C., Ezeh C. P., Elendu I. D. The impact of simulation–based training in medical education: a review. *Medicine*. 2024. Vol. 103, № 27. Article e38813. DOI: 10.1097/MD.0000000000038813.

44. Слюсаренко Н. Я. Компетентнісний підхід у професійній підготовці студентів-стоматологів на кафедрі хірургічної стоматології. *Вісник проблем біології і медицини*. 2019. Т. 4, № 1. С. 188–189. DOI: https://doi.org/10.29254/2077–4214–2019–4–1–153–188–189.

45. Скрипник І., Кульбашна Я., Захарова В. Формування праксеологічної компетентності магістрів стоматології: сучасні підходи. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2021. Вип. 3. С. 99–106. DOI: https://doi.org/10.28925/1609–8595.2021.3.10.

46. Древніцька Р. О., Бойків А. Б., Авдєєв О. В. Перспективи використання кейс–методів навчання зі стоматологічних дисциплін. Медична освіта. 2024. Вип. 3. С. 77–81. DOI: https://doi.org/10.11603/m.2414–5998.2024.3.14967.

47. Лисиця Д., Поліщук О., Колесніченко О. Методологічні підходи до підготовки майбутніх лікарів-стоматологів до професійної діяльності. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. 2023. Вип. 1. С. 55–60. DOI: https://doi.org/10.31891/pcs.2023.1.8.

48. Lin G. S. S., Lim T. W., Braga M. M. Embracing competency–based education for modern dental practice. TAPS. 2025. Vol. 10, № 2. P. 8–12. DOI: https://doi.org/10.29060/TAPS.2025–10–2/GP3440.

49. Khanna R., Mehrotra D. The roadmap for quality improvement from traditional through competency based (CBE) towards outcome based education (OBE) in dentistry. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. 2019. Vol. 9, № 2. P. 139–142. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.02.004.

50. Alkhodary M. A., Farah R. F. I., Ghobashy A. I. Competency-based education in undergraduate clinical prosthodontics: a paradigm shift in training. The Journal of Competency-Based Education. 2020. Vol. 5, № 3. Article e01220. DOI: https://doi.org/10.1002/cbe2.1220.

51. Dobrzański L. A., Dobrzański L. B., Dobrzańska–Danikiewicz A. D., Dobrzańska J. The concept of sustainable development of modern dentistry. Processes. 2020. Vol. 8, № 12. Article 1605. DOI: https://doi.org/10.3390/pr8121605.

52. Spielman A. I. Dental education and practice: past, present, and future trends. Frontiers in Oral Health. 2024. Vol. 5. Article 1368121. DOI: https://doi.org/10.3389/froh.2024.1368121.

53. Ghassan A., Shukr I., Sadiq N., Ahsan R. Current trends in dental education. Pakistan Armed Forces Medical Journal. 2021. № 3. P. 1104–1113. URL: https://www.academia.edu/download/80641280/3434.pdf (дата звернення: 12.08.2025).

54. Kodali M. V. R. M., Kodali U. S., Gadicherla S., Smriti K., Singh A., Khurshid Z. The role of soft skills in dental education: challenges and importance. European Journal of Dentistry. 2025. Vol. 19, № 3. P. 851–859. DOI: https://doi.org/10.1055/s–0044–1791938.

55. Rubaia'an M. A. B. Dental education: a guide for novice tutors. Cureus. 2023. Vol. 15, № 8. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.43227.

56. Alarcon B. O., O'Connor L., Rowan S., Henson B. S., Doan Van A. E., Simeteys P., Watanabe M. K. Bringing structural competency to the forefront of dental education. Journal of Dental Education. 2022. Vol. 86, № 9. P. 1083–1089. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.13020.

57. Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. *Problem–based learning: An approach to medical education*. 1980. Springer Publishing Company. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=9u–5DJuQq2UC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Problem–Based+Learning:+An+Approach+to+Medical+Education.&ots=k4OLgE9Gqb&sig=tthvTqlg8nXNNqGfZKOeHSYC1gs&redir_esc=y#v=onepage&q=Problem–Based%20Learning%3A%20An%20Approach%20to%20Medical%20Education.&f=false (дата звернення: 12.08.2025).

58. Haden N. K., Bell K. P., Bottino M. C., Haley C. M., Quick K. K., Yelick P. C. Dental education 2026: A scenario exploration. Journal of Dental Education. 2022. Vol. 86, № 3. P. 343–351. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12838.

59. Mehrolhassani M. H., Mozhdehifard M., Rahimisadegh R. Key factors in the future of oral and dental health in Iran using scenario writing approach. BMC Oral Health. 2024. Vol. 24. Article 563. DOI: https://doi.org/10.1186/s12903–024–04354–y.

60. Musa M. F. C., Morgan J., Harper P., Bernabé E., Gallagher J. E. Scenario modeling for dentistry in Malaysia: Utilization, privatization, and specialization. Journal of International Oral Health. 2024. Vol. 16, № 5. P. 403–413. DOI: 10.4103/jioh.jioh_133_24.

61. Antoniadou M. The ECODENT model for enhancing pro–environmental behaviors in dentists. Circular Economy and Sustainability. 2024. Vol. 4. P. 1387–1403. DOI: https://doi.org/10.1007/s43615–023–00324–8.

62. Kakooei S., Tahmasebi E., Bahadori M., Yazdanian M., Rafiei E., Mostafavi M., Modaberi A. Application of queuing theory and simulation model to reduce waiting time in dental hospital. *Journal of oral health and oral epidemiology*. 2022. Vol. 11, № 3. P. 140–145. DOI: 10.34172/JOHOE.2022.03.

63. Khatami S., MacEntee M. I., Pratt D. D., Collins J. B. Clinical reasoning in dentistry: A conceptual framework for dental education. *Journal of dental education*. 2012. Vol. 76, № 9. P. 1116–1128. DOI: https://dx.doi.org/10.14288/1.0071103.

64. Salari B., Amini M. The impact of different teaching methods on clinical reasoning and clinical decision-making of dentistry students: A systematic review. Journal of Dental Education. 2025. Article e13930. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.13930.

65. Feller L., Lemmer J., Nemutandani M. S., Ballyram R., Khammissa R. A. G. Judgment and decision–making in clinical dentistry. *Journal of international medical research*. 2020. Vol. 48, № 11. Article 0300060520972877. DOI: https://doi.org/10.1177/0300060520972877.

66. Ahern S., Woods N., Kalmus O., Birch S., Listl S. Needs–based planning for the oral health workforce – development and application of a simulation model. Human Resources for Health. 2019. Vol. 17. Article 55. DOI: https://doi.org/10.1186/s12960–019–0394–0.

67. Mardani M., Cheraghian S., Naeeni S. K., Zarifsanaiey N. Effectiveness of virtual patients in teaching clinical decision-making skills to dental students. Journal of Dental Education. 2020. Vol. 84, № 5. P. 615–623. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12045.

68. Wu J. H., Du J. K., Lee C. Y. Development and questionnaire–based evaluation of virtual dental clinic: A serious game for training dental students. Medical Education Online. 2021. Vol. 26, № 1. Article 1983927. DOI: https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1983927.

69. Lesson activity – Moodle Documentation. Moodle: вебсайт. 2025. URL: https://docs.moodle.org/404/en/Lesson_activity (дата звернення: 11.08.2025).

70. H5P. Branching Scenario – H5P Content Types and Applications. H5P.org: вебсайт. 2025. URL: https://h5p.org/branching–scenario (дата звернення: 12.08.2025).

71. Qutieshat A. S., Abusamak M. O., Maragha T. N. Impact of blended learning on dental students' performance and satisfaction in clinical education. Journal of Dental Education. 2020. Vol. 84, № 2. P. 135–142. DOI: https://doi.org/10.21815/JDE.019.167.

72. Швейцарія профінансувала створення в Україні симуляційних центрів для навчання медиків. *Ostro.org: вебсайт*..2023. URL: https://www.ostro.org/news/shvejtsariya-profinansuvala-v-ukrayini-6-symulyatsijnyh-tsentriv-dlya-navchannya-medykiv (дата звернення: 11.08.2025).

73. Сучасні тенденції та перспективи розвитку вищої медичної та фармацевтичної освіти в Україні. *Тернопільський національний медичний університет: вебсайт*. 2024. URL: https://www.tdmu.edu.ua/blog/2024/12/17/suchasni-tendentsiyi-ta-perspektyvy-rozvytku-vyshhoyi-medychnoyi-farmatsevtychnoyi-osvity-v-ukrayini (дата звернення: 11.08.2025).

74. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145–VIII : станом на 11.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2145–19 (дата звернення: 11.08.2025).

75. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556–VII : станом на 11.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556–18 (дата звернення: 11.08.2025).

76. Про ліцензійні умови провадження освітньої діяльності : Постанова Кабінету Міністрів України №1187 від 30.12.2015 : станом на 11.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187–2015–%D0%BF (дата звернення: 11.08.2025).

77. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 221 «Стоматологія» (магістр) : Наказ Міністерства освіти і науки України №879 від 25.06.2019 : станом на 11.08.2025. URL: https://mon.gov.ua/static–objects/mon/sites/1/vishcha–osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/221–Stomatolohiya–mahistr.20.01.22.pdf (дата звернення: 11.08.2025).

78. Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council of 07.09.2005 : as of 11.08.2025. URL: https://eur–lex.europa.eu/eli/dir/2005/36/oj (дата звернення: 11.08.2025).

79. Directive 2013/55/EU of the European Parliament and of the Council of 20.11.2013 : as of 11.08.2025. URL: https://eur–lex.europa.eu/eli/dir/2013/55/oj (дата звернення: 11.08.2025).

80. Profile and Competences for the Graduating European Dentist. Association for dental education in europe (ADEE): вебсайт. 2025.. URL: https://adee.org/sites/default/files/tfi_profile_competence_2010.pdf (дата звернення: 11.08.2025).

81. Methods of teaching and assessment. Association for dental education in europe (ADEE): вебсайт. 2025. URL. URL: https://www.adee.org (дата звернення: 11.08.2025).

82. Global standards for quality improvement in medical education. World federation for medical education (WFME): вебсайт. 2025. URL: https://wfme.org/standards/ (дата звернення: 11.08.2025).

83. Accreditation organisation of the netherlands and flanders (NVAO):вебсайт.2025. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Accreditation_Organisation_of_the_Netherlands_and_Flanders (дата звернення: 11.08.2025).

84. AQAS — Agency for quality assurance through accreditation of study programs: вебсайт. 2025. URL: http://www.aqas.de/ (дата звернення: 11.08.2025).

85. Simulation Center Humanitas University: вебсайт. 2025. URL: https://www.hunimed.eu/simulation–center/ (дата звернення: 11.08.2025).

86. L'Hôpital Virtuel de Lorraine: simulation–based training. European Commission: вебсайт. 2025. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/projects/projects–database/lhopital–virtuel–de–lorraine–offre–aux–etudiants–et–aux–professionnels–de–sante–des–formations–par–la–simulation_en (дата звернення: 11.08.2025).

87. Simodont Dental Trainer: вебсайт. 2025. URL: https://www.simodontdentaltrainer.com/ (дата звернення: 11.08.2025).

88. Johnston C., Dawson L.. LiftUpp: an iPad–based assessment and student development tool in dental teaching clinics. *Reflections*. 2017. Vol. 25. P. 22–24. URL: https://pureadmin.qub.ac.uk/ws/portalfiles/portal/379540008/LiftUpp_an_iPad_based_assessment_and_student_development_tool_in_dental_teaching_clinics.pdf (дата звернення: 11.08.2025)

89. Камінський В. В., Плиска О. М., Краснова А. А. Аналіз досвіду інших країн у сфері адаптації медичної освіти та його застосування в контексті України.

Педагогічна Академія: наукові записки. 2025. Вип. 18. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15544251.

90. Lateef F., Suppiah M., Chandra S., Yi T. X., Darmawan W., Peckler B., Galwankar S. Simulation centers and simulation–based education during the time of COVID–19: A multi–center best practice position paper by the World Academic Council of Emergency Medicine. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. 2021. Vol. 14, № 1. P. 3–13. DOI: https://doi.org/10.4103/JETS.JETS_185_20.

91. Charnetski M., Jarvill M. Healthcare simulation standards of best practice™ operations. *Clinical Simulation in Nursing*. 2021. Vol. 58. P. 33–39. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.04.009.

92. Velásquez S. T., Ferguson D., Lemke K. C., Bland L., Ajtai R., Amezaga B., Zorek J. A. Interprofessional communication in medical simulation: findings from a scoping review and implications for academic medicine. *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22. Article 204. DOI: https://doi.org/10.1186/s12909–022–03226–9.

РОЗДІЛ 2

СИМУЛЯЦІЙНЕ НАВЧАННЯ В ТЕРАПЕВТИЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ

2.1. Специфіка клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології

Клінічні сценарії в терапевтичній стоматології становлять методично вивірені моделі освітнього процесу, які відтворюють реальні клінічні випадки з урахуванням їх багатофакторної природи та динамічного перебігу. Їх основна функція полягає у створенні педагогічно контрольованого середовища, що дає змогу здобувачу освіти інтегрувати теоретичні знання з практичними навичками та комунікативними компетентностями в єдину систему професійної діяльності [93]. На відміну від традиційного підходу, орієнтованого на репродуктивне засвоєння знань, сценарне моделювання формує цілісне клінічне мислення, яке передбачає аналіз симптомів, синтез діагностичних гіпотез, вибір оптимальної терапевтичної стратегії та оцінювання прогнозу. Завдяки багаторівневій структурі сценарії дозволяють поступово ускладнювати завдання, варіювати умови, моделювати ускладнення та відпрацьовувати поведінку в умовах невизначеності. Це забезпечує не лише відтворюваність мануальних дій, але й розвиток здатності до прийняття зважених клінічних рішень, що є визначальним чинником професійної компетентності майбутнього лікаря-стоматолога терапевтичного профілю. Крім того, клінічні сценарії відіграють важливу роль у стандартизації освітнього процесу: вони створюють об’єктивні критерії оцінювання результатів навчання та сприяють уніфікації підготовки відповідно до сучасних

міжнародних освітніх стандартів. Роль клінічних сценаріїв у формуванні ключових компетентностей терапевтичного стоматолога узагальнено в таблиці 2.1.1. У практиці сучасної стоматологічної освіти реалізація клінічних сценаріїв ґрунтується на інтеграції фантомних лабораторій, цифрових тренажерів та VR/AR-технологій, що дозволяють досягати високого рівня реалістичності. Когнітивний компонент розвивається шляхом системного аналізу анамнестичних даних і клінічних ознак, на підставі яких здобувач освіти формує діагностичну гіпотезу та перевіряє її в динаміці сценарію. Практична складова частина реалізується у фантомному або віртуальному середовищі, де кожна маніпуляція супроводжується кількісними показниками точності, швидкості та стабільності виконання, що створює умови для формативного оцінювання.

Таблиця 2.1.1

Роль клінічних сценаріїв у формуванні ключових компетентностей терапевтичного стоматолога

Напрям компетентності	**Зміст формування в клінічному сценарії**	**Очікуваний результат**
Когнітивна (клінічне мислення)	Аналіз скарг та анамнезу morbi та vitae, клінічних та параклінічних даних	Здатність до формування обґрунтованого діагнозу
Практична (мануальні навички)	Виконання базових і ускладнених стоматологічних маніпуляцій у симуляційному середовищі	Висока точність, відтворюваність і безпечність дій
Комунікативна	Моделювання взаємодії з пацієнтом, пояснення плану лікування, інформована згода	Формування емпатії, розвиток довіри, зниження тривожності пацієнта
Аналітична та прогностична	Порівняння альтернативних варіантів терапевтичної тактики	Здатність прогнозувати перебіг захворювання та результати лікування
Етична та рефлексивна	Відпрацювання поведінки в умовах клінічної невизначеності та конфліктних ситуацій	Усвідомлення професійної відповідальності, здатність до самоаналізу і корекції дій

Джерело: сформовано на підставі [93; 94; 95;96]

Комунікативна компетентність відпрацьовується у взаємодії з віртуальними або стандартизованими пацієнтами, які демонструють різні емоційні та поведінкові реакції, змушуючи здобувача освіти

застосовувати навички емпатії та переконливої аргументації [94]. Аналітична та прогностична функція сценаріїв проявляється в можливості вибрати різні варіанти лікування та простежити їх віддалені наслідки, що дозволяє сформувати навичку клінічного прогнозування. Нарешті, етичний і рефлексивний компоненти впроваджуються через спеціально сконструйовані ситуації з моральними дилемами чи невизначеністю, які після завершення сценарію обговорюються у форматі структурованого зворотного зв'язку [96]. Такий комплексний підхід забезпечує формування в здобувача освіти терапевтичного профілю не лише технічної майстерності, але й клінічної відповідальності, стресостійкості та здатності до безперервного самовдосконалення, що є критично важливим у сучасних умовах розвитку медичної практики.

Клінічні сценарії в терапевтичній стоматології мають низку специфічних характеристик, що відрізняють їх від сценаріїв інших стоматологічних дисциплін. Їхня унікальність зумовлена природою захворювань твердих тканин зуба та періапікальних структур, які характеризуються поступовим розвитком, багатофакторними причинами та широким спектром клінічних варіацій. Сценарії терапевтичного профілю повинні моделювати не лише ізольовані маніпуляції, але й повний діагностично-лікувальний процес з огляду на його тривалість, послідовність етапів і необхідність клінічного моніторингу. Особливу роль відіграє симуляція багатоваріантності перебігу каріозних уражень, пульпіту чи періодонтиту, захворювань пародонта та слизової оболонки порожнини рота (СОПР), що вимагає від здобувача освіти вміння адаптувати діагностичні й лікувальні рішення до динаміки клінічної ситуації. Важливим є також відтворення необхідності диференційної діагностики з іншими патологіями, а також інтеграція комунікативних завдань, оскільки пацієнти з хронічними захворюваннями часто потребують додаткового пояснення

плану лікування, довготривалого спостереження та контролю прихильності до рекомендацій. Тож специфіка сценаріїв у терапевтичній стоматології полягає в їх комплексності, багаторівневій структурі та спрямованості на формування цілісного клінічного підходу (табл. 2.1.2).

Таблиця 2.1.2

Специфічні характеристики клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології

Характеристика	**Зміст відображення в сценарії**	**Освітньо-практичне значення**
Динамічність перебігу	Відтворення різних стадій розвитку патологічного процесу	Формування здатності до клінічного моніторингу та адаптації лікування
Багатоваріантність діагностики	Наявність кількох можливих діагностичних гіпотез	Розвиток навичок диференційної діагностики
Послідовність етапів лікування	Інтеграція всіх кроків від діагностики до контролю ефективності	Формування цілісного алгоритмічного мислення
Комунікативний складник	Моделювання взаємодії з пацієнтом на етапі пояснення і прогнозу	Підвищення рівня емпатії та довіри в клінічній практиці
Тривалий прогноз	Відстеження наслідків вибраної тактики в перспективі	Формування навичок оцінювання віддалених результатів лікування

Джерело: сформовано на підставі [97; 98; 99]

У сучасних умовах реалізація цих характеристик здійснюється завдяки VR/AR-платформам і фантомним лабораторіям, які дозволяють варіювати ступінь ураження тканин, імітувати різні стадії каріозного процесу, клінічні форми та перебіг захворювань пульпи чи періодонтиту, та створювати багаторівневі завдання для клінічного мислення. Наприклад, у симуляційних середовищах здобувач освіти може зіткнутися із ситуацією, коли вибрана ним тактика лікування призводить до ускладнень, що стимулює переоцінювання діагностичного підходу та корекцію терапії [98]. Так формується здатність працювати з невизначеністю, прогнозувати віддалені результати та розвивати клінічну відповідальність.

Порівняно з іншими видами стоматологічних сценаріїв специфіка терапевтичних полягає у відмінній логіці клінічного процесу. Хірургічні сценарії, наприклад, зазвичай моделюють ургентні стани або інвазивні втручання, де ключовим є швидке й чітке виконання алгоритму дій у стислих часових межах. Тут основна увага приділяється моторній точності, володінню інструментом та управлінню інтраопераційними ускладненнями, тоді як довготривалий прогноз має другорядне значення. Ортопедичні сценарії, навпаки, орієнтовані на планування та багатоетапне відтворення відновлювальних процедур: від зняття відбитків чи цифрового сканування до виготовлення та фіксації конструкцій. У них акцент зроблено на точності просторового мислення, взаємодії з лабораторними технологіями та естетичному прогнозі результату.

Терапевтичні сценарії займають проміжну, але унікальну позицію: вони поєднують необхідність відпрацювання моторних дій (наприклад, у препаруванні чи пломбуванні) з когнітивними завданнями високого рівня, як-от багатоваріантна діагностика, прогнозування і клінічний моніторинг. Це робить їх особливо важливими для формування системного клінічного мислення, яке ґрунтується на поєднанні точності дій, здатності адаптувати тактику до змін ситуації та комунікативних навичок у довготривалій взаємодії з пацієнтом. Таким чином, докладне порівняння з хірургічними та ортопедичними сценаріями дозволяє зрозуміти, що специфіка терапевтичних сценаріїв полягає в багатовимірності та необхідності синхронізації когнітивних, мануальних, аналітичних і комунікативних компетентностей в єдиному освітньому процесі.

Ключовим завданням під час побудови клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології є формування структурованої освітньої моделі, яка відображає логіку реального клінічного процесу, але водночас залишається педагогічно контрольованою. Сценарій має

включати вихідні дані, що задають загальний контекст, далі – скарги та деталізований анамнез, які стимулюють здобувача освіти до формування первинних діагностичних гіпотез. Важливо, щоб сценарій відтворював послідовність і динаміку розвитку процесу, створюючи умови для перегляду попередніх припущень і корекції лікувальних тактик. Особливу цінність становить поєднання типових і ускладнених випадків, адже це дозволяє відпрацьовувати стандартні алгоритми та водночас готувати здобувача освіти до дій у непередбачуваних ситуаціях. Інтеграція міждисциплінарних чинників робить сценарій багатовимірним, спрямованим на формування комплексного клінічного мислення та здатності до узгодження дій із суміжними спеціалістами (рис. 2.1.1).

У практиці сучасної стоматологічної освіти ключові параметри побудови клінічних сценаріїв функціонують як своєрідний методичний каркас, що забезпечує їх наукову валідність і педагогічну ефективність. Вхідні дані виконують не лише роль вступного блоку, а й створюють багатовимірний контекст, в якому відображаються соціальні, поведінкові й соматичні чинники. Це дозволяє здобувачу освіти усвідомлювати, що клінічне рішення в терапевтичній стоматології ніколи не існує у вакуумі, а завжди залежить від комплексу обставин, які можуть змінюватися. Анамнез у сценарії стає інструментом відтворення історії пацієнта в ретроспективі: він дозволяє вибудовувати причинно-наслідкові зв’язки між минулими стоматологічними втручаннями, загальносоматичними станами і нинішньою патологією. Це тренує здатність до системного аналізу, оскільки кожен елемент анамнезу може стати ключем до правильного діагнозу [100].

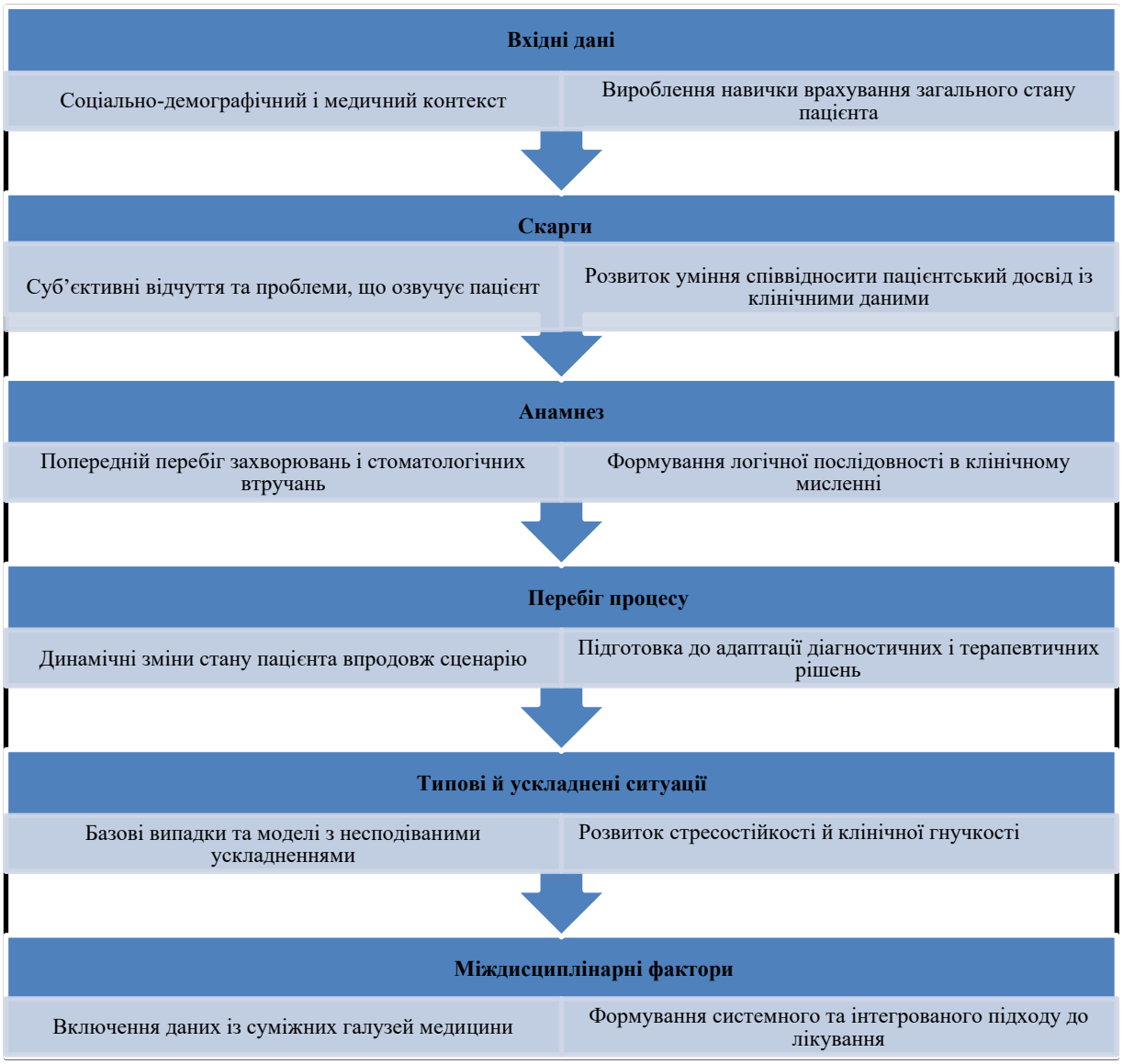

Рис.2.1.1. Ключові параметри побудови клінічного сценарію в терапевтичній стоматології

Джерело: власна розробка автора

Скарги, попри свою суб'єктивність, є надзвичайно важливим параметром: саме через них сценарій формує в здобувача освіти навичку критичного зіставлення пацієнтських відчуттів із клінічними та параклінічними даними. Наприклад, у змодельованій ситуації пацієнт може скаржитися на «дифузний зубний біль», тоді як клінічний огляд демонструє локалізовану патологію. Такий розрив між суб'єктивним і об'єктивним рівнями створює простір для розвитку діагностичної обережності й критичного мислення.

Перебіг процесу як параметр дозволяє трансформувати сценарій зі статичної вправи в динамічну освітню модель. У міру розвитку сценарію змінюються симптоми, уточнюються клінічні дані, що стимулює здобувача освіти переглядати попередні діагностичні гіпотези та коригувати план лікування. У такий спосіб формується не лише здатність приймати рішення, але й готовність до їх своєчасної модифікації, що відповідає реаліям клінічної практики, де статика майже ніколи не існує.

Типові й ускладнені ситуації відіграють особливу педагогічну роль: перші забезпечують відпрацювання стандартизованих алгоритмів, необхідних для побудови професійної впевненості, тоді як другі вчать адаптації до невизначеності, що є ключовим компонентом професійної стресостійкості. Наприклад, у сценарії може виникати неочікувана кровотеча з пульпи або загострення хронічного процесу, що вимагає від здобувача освіти миттєвої перебудови алгоритму дій. Такі ускладнення збагачують навчання, оскільки моделюють умови, максимально наближені до реальної практики.

Інтеграція міждисциплінарних факторів робить сценарій багаторівневим і методологічно сучасним. У практиці це означає, що здобувач освіти стикається не лише зі стоматологічними даними, а й із результатами лабораторних аналізів, висновками терапевта, кардіолога та інших фахівців, показниками загального стану організму. Такий підхід формує в майбутнього лікаря-стоматолога терапевтичного профілю здатність до координації клінічного мислення із суміжними дисциплінами, що відповідає сучасним принципам мультидисциплінарної медицини.

У сукупності ці параметри перетворюють клінічний сценарій із простої імітаційної вправи на складну педагогічну конструкцію, яка не лише відтворює клінічну реальність, а й створює для здобувача освіти умови для поступового формування критичного мислення, гнучкості у

прийнятті рішень і здатності до інтегрованого підходу в терапевтичній стоматології. Саме така методична деталізація забезпечує наукову і практичну значущість сценаріїв, роблячи їх одним із центральних інструментів сучасної стоматологічної освіти.

Використання клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології, попри їх ефективність як інноваційного інструмента підготовки здобувачів освіти, супроводжується низкою об'єктивних проблем, які обмежують їх педагогічну та практичну результативність. Одним із ключових недоліків є недостатність реалістичних цифрових бібліотек клінічних випадків. Більшість наявних сценаріїв відображають типові й стандартизовані ситуації, що не завжди відповідають різноманітності реальної клінічної практики, де захворювання можуть мати нетиповий перебіг, поєднуватися з іншими патологіями або вимагати індивідуалізованих рішень [97]. Відсутність широкої бази ускладнених і рідкісних випадків звужує спектр навчальних завдань і знижує здатність готувати здобувача освіти до практики в умовах непередбачуваності.

Суттєвою проблемою є слабка інтеграція клінічних сценаріїв із чинними клінічними протоколами та стандартами діагностики та лікування. У низці випадків сценарії розробляються як автономні педагогічні продукти без чіткої відповідності сучасним клінічним рекомендаціям, що створює ризик розриву між навчальним досвідом і реальною практикою [101]. Це особливо небезпечно в терапевтичній стоматології, де будь-яке рішення базується на багаторівневій діагностичній логіці та необхідності дотримання протоколів доказової медицини.

Не менш актуальними залишаються кадрові й методичні труднощі. Розроблення якісного клінічного сценарію вимагає міждисциплінарної співпраці викладачів, клініцистів та фахівців із медичної педагогіки, що не завжди можливо в умовах кадрового

дефіциту чи обмежених ресурсів. Додатковим чинником виступає відсутність достатнього досвіду у викладачів у сфері симуляційної педагогіки, що часто зводить використання сценаріїв до формального проходження алгоритмів без глибокого педагогічного ефекту.

Недостатня уніфікація клінічних сценаріїв між освітніми закладами також є серйозною перешкодою. Кожен університет чи факультет зазвичай створює власні сценарії, що відрізняються за структурою, ступенем деталізації та методологічним підходом [99]. Це ускладнює стандартизацію освітніх результатів і не дозволяє сформувати єдиний національний чи міжнародний підхід до підготовки майбутніх стоматологів.

Ризик формалізму виявляється в тому, що сценарії іноді сприймаються здобувачами освіти як завдання для механічного виконання, а не як інструмент розвитку критичного мислення. Якщо сценарій не передбачає варіативності перебігу, не моделює можливих ускладнень і не вимагає гнучких рішень, він втрачає навчальну цінність, перетворюючись на вправу, яка лише відтворює готовий алгоритм.

До цього переліку проблем варто додати технічні й фінансові обмеження. Створення високоякісних симуляційних сценаріїв вимагає значних ресурсів для розроблення, оновлення та підтримки, що обмежує доступність інноваційних технологій для багатьох закладів освіти [94]. Додатковим викликом є швидкий розвиток стоматологічної науки: сценарії швидко застарівають, якщо не оновлюються відповідно до нових стандартів та настанов, протоколів та клінічних досліджень [102].

Важливим є також педагогічний аспект – відсутність достатньої кількості валідованих інструментів для оцінювання результативності використання сценаріїв [93]. У багатьох випадках ефективність їх

застосування оцінюється суб'єктивно, без чітких доказових критеріїв, що знижує можливість аналізу і покращення методики.

Розвиток клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології потребує їх постійного вдосконалення відповідно до сучасних вимог медичної освіти та практики. Однією з базових рекомендацій є впровадження принципу поступового ускладнення. Це означає, що сценарії мають будуватися за багаторівневою моделлю: від простих типових випадків із мінімальною кількістю змінних до комплексних ситуацій з багатофакторними ускладненнями. Такий підхід дозволяє здобувачу освіти поступово переходити від відпрацювання базових алгоритмів до гнучкого прийняття рішень у непередбачуваних умовах, що сприяє формуванню клінічної стійкості та професійної впевненості.

Другим напрямом удосконалення є використання мультимодальних підходів. Ефективні сценарії мають інтегрувати різні види інформації: текстові описи, клінічні фото, рентгенологічні та томографічні дані, лабораторні показники, відео різноманітних процедур. Це створює умови для наближення освітнього процесу до реальної клініки, де лікар працює з великим масивом різнорідних даних. Мультимодальність стимулює розвиток аналітичного мислення, оскільки змушує здобувача освіти узгоджувати дані різного характеру в єдине діагностично-лікувальне рішення.

Важливою рекомендацією є інтеграція VR/AR-технологій, які забезпечують новий рівень реалістичності та занурення в клінічний процес. Віртуальна та доповнена реальність дозволяють моделювати складні просторові маніпуляції, відтворювати змінність перебігу захворювання та створювати адаптивні сценарії, в яких розвиток подій залежить від рішень здобувача освіти. Це формує не лише моторні навички, а й когнітивну готовність до клінічної невизначеності, що має ключове значення для терапевтичної стоматології. Значний потенціал має залучення клініцистів-практиків до розроблення сценаріїв. Їхній

досвід дозволить наповнювати навчальні моделі реальними деталями клінічної практики, відтворювати нетипові випадки та підкреслювати ті аспекти, які не завжди відображені в підручниках чи стандартизованих протоколах. Така співпраця забезпечує більшу валідність сценаріїв і гарантує їх відповідність сучасним вимогам професійної діяльності.

На окрему увагу заслуговує персоналізація навчальних ситуацій. Сценарії мають бути зорієнтовані на різний рівень підготовленості здобувачів освіти й дозволяти адаптацію складності завдань під індивідуальні потреби. Персоналізація може реалізовуватися як через варіювання ступеня деталізації анамнезу чи кількості ускладнень, так і через можливість вибору альтернативних шляхів розв'язання клінічної ситуації. Це створює відчуття індивідуальної відповідальності, підвищує мотивацію до навчання і стимулює розвиток здатності приймати нестандартні рішення.

Отже, вдосконалення клінічних сценаріїв у терапевтичній стоматології повинно ґрунтуватися на поступовому ускладненні завдань, мультимодальності подання інформації, активному впровадженні VR/AR-технологій, залученні клініцистів-практиків та персоналізації освітнього процесу. Реалізація цих рекомендацій дозволить підвищити якість підготовки здобувачів освіти, зробити її більш наближеною до реальних умов стоматологічної практики та сприяти формуванню комплексних професійних компетентностей терапевтичного профілю.

2.2. Моделювання діагностики карієсу, пульпіту, періодонтиту

У структурі підготовки майбутніх стоматологів аналіз клінічних проявів карієсу, пульпіту та періодонтиту займає ключову позицію, оскільки саме від правильного розпізнавання цих станів залежить подальший вибір тактики лікування. Клінічна симптоматика зазначених захворювань часто перетинається, проте має відмінні характеристики, які вимагають від лікаря точності, уважності та вміння проводити диференційну діагностику. У реальних умовах цей процес ускладнюється суб'єктивністю скарг пацієнтів, варіативністю перебігу патології та можливістю поєднання кількох станів одночасно. У симуляційному навчанні створюється можливість чіткого відтворення кожного з основних клінічних симптомів і контрольованого поєднання їх у різних варіаціях, що дозволяє майбутнім фахівцям засвоїти базові закономірності розвитку хвороби та навчитися диференціювати її стадії[105]. Таким чином, завдання аналізу полягає не лише у відтворенні типових ознак, а й у формуванні логічного зв'язку між симптомом і діагнозом, що є необхідною передумовою для формування клінічного мислення (таблиця 2.2.1). На практиці відтворення клінічних проявів у симуляційному середовищі має багатовимірний характер. У випадку карієсу, крім класичного моделювання порожнин різної глибини, широко застосовуються фантоми з варіативною щільністю емалі та дентину, що дозволяє здобувачеві освіти відчути відмінності під час зондування. У симуляційних сценаріях нерідко передбачають ситуації, коли видимий дефект незначний, проте реакція на подразники свідчить про більш глибоке ураження. Це вчить здобувачів освіти не обмежуватися візуальною оцінкою, а формувати цілісне уявлення про патологічний процес [107].

Таблиця 2.2.1

Основні клінічні прояви карієсу, пульпіту та періодонтиту в симуляційному моделюванні

Захворювання	**Ключові симптоми для моделювання**	**Типові діагностичні ознаки в симуляторі**	**Освітнє значення**
Карієс	Локалізований короткочасний біль від термічних або хімічних подразників, наявність видимих дефектів емалі та дентину	Відтворення порожнин різної глибини та локалізації, варіацій кольору й щільності твердих тканин, реакція на «холодову пробу», люмінесцентний метод, рентгенологічне дослідження	Навчання розмежуванню початкових, середніх і глибоких форм, формування базових діагностичних навичок
Пульпіт	Спонтанний, нападоподібний або нічний біль, тривала реакція на подразники, іррадіація	Симуляція гострих і хронічних форм, варіювання інтенсивності та тривалості болю, імітація результатів пульпотестометрії (ЕОД)	Тренування у визначенні стадійності ураження та відмінностей від карієсу й періодонтиту
Періодонтит	Безсимптомний перебіг або біль під час накушування, відчуття «виросло» зуба, набряк слизової оболонки в проєкції зуба, наявність нориці	Відтворення патологічної рухомості, реакції на перкусію, рентгенологічних змін	Формування вміння ідентифікувати перехід від пульпарного ураження до періапікального

Джерело: сформовано на підставі [105; 106; 107]

У тренуванні з пульпіту особлива увага приділяється відтворенню «динамічного» болю. Використовуються симулятори, в яких «пацієнт» реагує на різні подразники з різною тривалістю та інтенсивністю, що дозволяє здобувачеві освіти зрозуміти відмінність між початковими та розвинутими стадіями. Наприклад, у практиці деяких українських симуляційних центрів реалізовано сценарій, де здобувач спершу зустрічається із симптомами гострого обмеженого серозного пульпіту (короткочасний біль, чітка локалізація), а за повторного моделювання цей же «пацієнт» демонструє картину гострого гнійного пульпіту з тривалим нічним болем і відсутністю чіткої локалізації. Таке

порівняння в межах контрольованого середовища допомагає здобувачеві освіти закріпити ключові діагностичні критерії, які в реальній клініці трапляються не завжди послідовно.

Моделювання періодонтиту на практичних заняттях найчастіше реалізується через поєднання трьох ознак: болю під час накушування, патологічної рухомості та змін у періапікальній ділянці. У фантомних моделях вбудовані спеціальні сенсорні системи, які дозволяють імітувати реакцію зуба на вертикальне чи горизонтальне навантаження [106]. Здобувач освіти може власноруч відчути різницю між фізіологічною рухомістю та патологічною, що є складним для засвоєння у звичайних умовах навчання. Крім того, в багатьох закладах освіти практикують серії кейсів, де «пацієнт» спочатку скаржиться на біль, схожий на пульпітний, однак під час симуляції поступово проявляються типові ознаки періодонтиту. Це створює ситуацію діагностичного виклику і змушує здобувача освіти враховувати можливість еволюції патології.

Важливо, що в симуляційних умовах передбачаються також нетипові та межові випадки, які в реальній практиці зустрічаються рідко, але мають критичне значення для діагностики. Наприклад, моделюється «стертя» класичної симптоматики за хронічного фіброзного пульпіту або поєднання глибокого карієсу з початковими ознаками періодонтиту. Завдяки цьому здобувач освіти вчиться не тільки відпрацьовувати «шаблонні» алгоритми, а й розвивати клінічне мислення, потрібне для складних випадків.

Окремим напрямом є відтворення в симуляторах реакцій на фізіологічні проби. Зокрема, під час імітації карієсу здобувач освіти має можливість спостерігати швидке зникнення болю після усунення подразника, тоді як у разі пульпіту симулятор «утримує» біль навіть після завершення дії стимулу. Це дозволяє чітко закріпити в пам’яті

диференційний критерій, який у реальному житті пацієнт може описати суб'єктивно і не завжди послідовно.

Практична цінність такого підходу полягає у створенні повторюваних умов. Якщо в клініці здобувач освіти може побачити лише один-два приклади певної патології, то в симуляційному середовищі він має змогу стикнутися з десятками варіантів перебігу карієсу, пульпіту чи періодонтиту. Це суттєво зменшує ймовірність помилкової діагностики в подальшій практиці та робить перехід від теоретичних знань до клінічної діяльності більш контрольованим і безпечним.

Тож розширене моделювання клінічних проявів у симуляційному навчанні створює для здобувачів освіти унікальний простір: вони отримують не лише базове розуміння симптомів, а й досвід роботи з їх варіативністю, послідовністю та взаємними трансформаціями. Це наближає підготовку до реальних умов терапевтичної стоматології й формує фундамент для подальшого відпрацювання складніших діагностичних алгоритмів. У симуляційному навчанні одним із ключових завдань є створення умов для цілісного відтворення процесу клінічної діагностики, який завжди спирається на поєднання анамнезу, симптоматики та даних інструментальних методів. У реальній практиці стоматолог не обмежується окремою ознакою чи результатом проби, а вибудовує логіку діагностичного пошуку шляхом синтезу отриманої інформації. Для здобувачів освіти це особливо складний процес, адже він вимагає не лише знання окремих діагностичних критеріїв, а й уміння правильно співвідносити їх між собою та відсіювати суперечливі дані. Саме симуляційне середовище створює можливість відпрацювати такі інтегративні алгоритми, оскільки воно дозволяє моделювати клінічні ситуації з різними комбінаціями анамнестичних факторів, клінічних симптомів і результатів обстеження, зберігаючи при цьому контрольованість і повторюваність освітнього процесу (табл. 2.2.2).

Таблиця 2.2.2

Приклади інтеграції анамнезу, клінічних симптомів та інструментальних методів у симуляційному діагностичному процесі

Елемент діагностики	**Приклад реалізації в симуляції**	**Освітній ефект**
Анамнез	«Пацієнт» повідомляє про короткочасний біль від солодкого протягом кількох тижнів, який не виникає спонтанно	Формування навички співвідносити скарги з початковими проявами карієсу
Клінічні симптоми	Під час огляду відтворюється невеликий дефект емалі з чутливістю в разі зондування	Тренування в зіставленні візуальних і тактильних ознак із даними анамнезу
Інструментальні методи	Пульпотестометрія (ЕОД) демонструє нормальні показники, перкусія – безболісна	Усвідомлення відмінностей між каріозним ураженням та пульпітом, закріплення алгоритму виключення
Комбінований сценарій	«Пацієнт» скаржиться на тривалий нічний біль, під час огляду відсутні значні дефекти, але пульпотестометрія (ЕОД) показує тривалу больову реакцію, різке зниження порогу збудливості	Розвиток уміння синтезувати дані з різних джерел для підтвердження діагнозу пульпіту
Суперечливі дані	Симуляція випадку з глибоким дефектом і нормальними показниками пульпотестометрії (ЕОД)	Тренування клінічного мислення в умовах неповної кореляції симптомів

Джерело: сформовано на підставі [108; 109; 110; 111]

Отже, здобувачі освіти працюють із випадками, де кожен етап – від збирання анамнезу до інтерпретації інструментальних показників – має свою навчальну вагу та педагогічну функцію. Блок анамнезу часто реалізується через стандартизованих «пацієнтів» або інтерактивні аудіо/відеомодулі, що дозволяють відпрацювати навички активного опитування і виявлення ключових скарг [110]. Наприклад, у сценаріях каріозних уражень «пацієнт» повідомляє про короткочасний біль після вживання холодних напоїв, тоді як за симуляції пульпіту акцент переноситься на нічні болі чи іррадіацію в сусідні ділянки. Це формує в

здобувача вміння правильно кодувати отриману інформацію й одразу співвідносити її з можливим колом діагнозів.

Клінічні симптоми відтворюються в симуляторах шляхом поєднання візуальних, тактильних і функціональних параметрів. Наприклад, у фантомах використовуються змінні вкладки для зубів, які відрізняються за кольором, структурою та реакцією на зондування, що дозволяє створювати різні клінічні картини [109]. Здобувач освіти має оцінити не лише наявність чи відсутність дефекту, а і його глибину, характер країв, супровідні зміни ясен. При цьому викладач може модифікувати сценарій: у першій серії завдань візуальні ознаки відповідають анамнезу, а в наступній – створюється дисонанс, коли візуальна картина не збігається з описом скарг. Це привчає майбутнього лікаря не діяти механічно, а критично оцінювати кожен елемент діагностики.

Інструментальні методи, своєю чергою, забезпечують завершальний рівень перевірки гіпотези. У симуляційних комплексах закладено можливість відтворювати реакцію зуба на електроодонтометрію, холодову пробу чи перкусію з чітким контролем часу та інтенсивності. Завдяки цьому здобувачі освіти вчаться не лише технічно виконувати проби, а й правильно інтерпретувати результати. Наприклад, короткий біль у разі карієсу зникає відразу після усунення подразника, тоді як за пульпіту він триває значно довше, а за періодонтиту реакція може бути відсутньою, але з’являється різкий біль у разі перкусії. Таке відпрацювання дозволяє засвоїти принцип послідовного діагностичного виключення – коли лікар поступово зводить кількість можливих діагнозів на основі синтезу кількох джерел даних.

Практичний ефект цієї інтеграції полягає у виробленні клінічного мислення, що виходить за межі окремих симптомів. У симуляційних центрах України вже застосовується технологія «діагностичних

каскадів», коли здобувач освіти стикається з одним і тим самим «пацієнтом» у кількох послідовних сеансах: спершу на основі анамнезу висувається попередній діагноз, потім додаються клінічні ознаки, а наприкінці – результати інструментальних досліджень. Таким чином, здобувач поступово відпрацьовує навичку формувати діагностичне дерево і вчиться змінювати попередні висновки у світлі нових даних. Це наближає симуляційний процес до реальної клінічної практики, де лікар ніколи не має повної інформації відразу, а повинен інтегрувати її в часі. З педагогічної позиції особливу цінність має імітація «суперечливих» ситуацій, коли анамнез указує на одну патологію, а симптоми чи інструментальні дані – на іншу. У таких випадках здобувачі освіти вчаться не шукати єдино правильний «ключ», а застосовувати аналітичне мислення, враховувати діагностичні ймовірності та виробляти аргументовану позицію. Це суттєво відрізняє симуляційне навчання від традиційного, де акцентовано на запам'ятовуванні типових ознак. У результаті здобувачі освіти отримують більш глибоке розуміння природи діагностичного процесу і формують готовність до реальних клінічних викликів.

Цифрові технології докорінно змінюють підходи до симуляційного навчання в терапевтичній стоматології, відкриваючи новий рівень точності та варіативності моделювання діагностичного процесу. Їх роль полягає у створенні умов, де відтворюється не лише статична клінічна картина, а й динаміка патологічного процесу, а здобувач освіти має можливість працювати з повним спектром діагностичної інформації. Рентгенологічні моделі забезпечують тривимірну реконструкцію тканин і дозволяють вивчати просторові співвідношення ураження; віртуальні кейси створюють інтерактивне середовище, де клінічні ознаки інтегруються в логічні сценарії; інтерактивні програми моделюють варіативні реакції «пацієнта», що дозволяє оцінити ефективність діагностичних дій у режимі реального

часу. Таким чином, цифрові інструменти стають не лише допоміжним компонентом, а й повноцінним педагогічним ресурсом для формування діагностичної компетентності (табл. 2.2.3).

Таблиця 2.2.3

Цифрові технології в моделюванні діагностичного процесу в терапевтичній стоматології

Технологія	**Приклади застосування**	**Освітньо-практичне значення**
Рентгенологічні моделі	3D-реконструкції зубощелепної ділянки, цифрові ортопантомограми,	Відтворення просторових характеристик ураження, навчання інтерпретації зображень і виявлення прихованих патологій
Віртуальні кейси	Інтерактивні клінічні сценарії з варіативними вихідними даними	Формування алгоритмічного мислення, тренування в роботі з комплексними клінічними ситуаціями
Інтерактивні програми	Симульовані реакції «пацієнта» на діагностичні проби	Відпрацювання діагностичної послідовності та аналіз причинно-наслідкових зв'язків
Системи доповненої реальності	AR-накладання рентгенологічних даних на фантоми	Розвиток просторового мислення та вміння співвідносити віртуальні ознаки з фізичним об'єктом
Аналітичні цифрові модулі	Автоматичний збір даних про дії здобувача освіти	Об'єктивізація результатів, зворотний зв'язок і побудова персоналізованих освітніх траєкторій

Джерело: сформовано на підставі [107; 108; 112; 113]

Практичне застосування цифрових технологій у симуляційному навчанні терапевтичної стоматології демонструє їх здатність докорінно трансформувати методику формування діагностичних компетентностей. Рентгенологічні моделі, реалізовані в сучасних системах на зразок Planmeca Romexis чи Carestream Dental, дають змогу отримувати тривимірні реконструкції зубощелепної ділянки, виявляти приховані патології та аналізувати просторові характеристики ураження [113]. Таке моделювання дозволяє здобувачу освіти навчитися працювати з даними, які у звичайній клініці часто доступні

лише в окремих випадках, і тим самим розширює спектр його діагностичних умінь.

Віртуальні кейси створюють умови для роботи з інтерактивними сценаріями, де клінічні та візуальні ознаки поєднуються в багатоваріантні діагностичні ситуації. Сучасні освітні платформи, що реалізують такі підходи (наприклад, модулі Virtual Patient Cases), дозволяють моделювати як типові, так і нетипові клінічні картини. У результаті здобувач освіти не лише відтворює стандартний алгоритм, а й вчиться змінювати діагностичну стратегію залежно від нових даних [114].

Інтерактивні програми, подібні до Simodont Dental Trainer, забезпечують можливість симулювати реакції «пацієнта» на різні проби та спостерігати їх варіативність залежно від патологічного стану. Це дозволяє відпрацювати не лише технічну сторону проведення діагностичних тестів, а й інтерпретацію реакцій, що є одним із найскладніших елементів реальної практики.

Використання доповненої реальності (AR) у симуляційному навчанні створює можливість інтегрувати цифрові дані у фізичне середовище. Наприклад, AR-системи дозволяють накладати рентгенологічні зображення на фантомні моделі, що розвиває просторове мислення і формує здатність співвідносити внутрішні анатомічні структури із зовнішньою картиною ураження.

Аналітичні цифрові модулі, інтегровані в такі симуляційні комплекси, автоматично фіксують дії здобувача освіти: час постановки діагнозу, послідовність виконаних проб, частоту помилкових висновків. Це надає викладачу об’єктивні дані для оцінювання, а здобувачу – інструменти для самоаналізу та корекції власних підходів. Таким чином, цифрові рішення в симуляційному навчанні виступають не допоміжним елементом, а стратегічним ресурсом, що підвищує

якість підготовки майбутніх лікарів і забезпечує їх готовність до складних діагностичних завдань у реальних клінічних умовах.

Однією з характерних рис симуляційного навчання в терапевтичній стоматології є можливість безпечного відтворення патологій, що в клінічній практиці часто мають складний або варіативний перебіг. Проте під час створення таких сценаріїв виникає низка типових проблем і діагностичних помилок, які безпосередньо впливають на якість підготовки здобувачів освіти. Перша група проблем пов'язана з недостатньою реалістичністю моделювання. У фантомних або цифрових моделях патологічні процеси нерідко відтворюються спрощено: каріозні порожнини мають надто чіткі контури, пульпіт подається як однорідний больовий синдром, а періодонтит зводиться лише до симптомів з перкусії [115]. Це створює ризик формування у здобувача освіти спрощеного клінічного мислення, що в реальній практиці може призводити до діагностичних помилок у разі нетипових або змішаних форм захворювань.

Другою проблемою є стандартизація сценаріїв, яка, з одного боку, забезпечує відтворюваність освітнього процесу, а з іншого – призводить до одноманітності проявів [116]. Здобувач освіти, який звикає до «класичної» картини хвороби, часто не готовий до клінічної варіативності. Це особливо помітно під час диференціації пульпіту і періодонтиту, коли в умовах симуляції відсутні проміжні, стерті або атипові симптоми.

Важливою помилкою є надмірна залежність від візуальних ознак у симуляційному середовищі. Оскільки фантоми та цифрові моделі дають переважно чітку картину ураження, здобувач освіти недооцінює значення функціональних проб та клінічного опитування [109]. Це знижує здатність до інтеграції різних джерел діагностичної інформації та призводить до надмірного акценту на морфологічному компоненті діагностики.

Ще однією проблемою виступає обмежений часовий і психологічний фактор. У більшості симуляційних сценаріїв відсутні умови стресу, поспіху або необхідності одночасно обробляти кілька джерел інформації [111]. У клініці ж такі чинники є визначальними, і саме вони часто провокують помилки: здобувач освіти, який у симуляційній лабораторії демонструє високий рівень, може втрачати точність діагностики в реальному середовищі під тиском часу та відповідальності.

Не менш суттєвою є проблема інтерпретаційних помилок у роботі з цифровими технологіями. Навіть найсучасніші 3D-реконструкції чи рентгенологічні моделі (наприклад, у системах Planmeca чи Dentsply Sirona) не гарантують правильного висновку, якщо здобувач освіти сприймає їх як «остаточний доказ» без критичного аналізу [108]. Надмірна довіра до візуалізації може призвести до помилкової діагностики, особливо в разі прихованих чи комбінованих уражень.

Важливим обмеженням лишається й кадровий аспект. Якщо викладач недостатньо підготовлений до роботи з високотехнологічними симуляторами, він може зосереджуватись на технічному виконанні вправ, залишаючи поза увагою глибинний аналіз діагностичних рішень. У результаті формується перекіс: здобувач освіти відпрацьовує мануальні й технічні дії, але не завжди отримує повноцінне тренування з клінічного мислення.

Нарешті, варто відзначити проблему обмеженого доступу до рідкісних або складних клінічних випадків у симуляційному середовищі. Більшість програм орієнтовано на поширені форми патологій, тоді як рідкісні або комбіновані захворювання відтворюються недостатньо. Це знижує готовність майбутніх лікарів до зустрічі з нетиповими ситуаціями в практиці.

Усі перелічені проблеми мають прямий вплив на якість підготовки. Вони формують ризик «клішованого мислення», знижують

стійкість до діагностичної невизначеності та послаблюють здатність до самостійного ухвалення рішень у складних клінічних умовах. Подолання цих недоліків вимагає розроблення більш гнучких, багатоваріантних сценаріїв, удосконалення педагогічного супроводу та інтеграції умов, що імітують реальний клінічний контекст із його непередбачуваністю. Саме така стратегія дозволить симуляційному навчанню виконати свою головну функцію – підготувати майбутнього лікаря-стоматолога до роботи в умовах, максимально наближених до клінічної практики, зважаючи на всю складність і багатофакторність діагностичного процесу.

Оптимізація симуляційного моделювання діагностики карієсу, пульпіту та періодонтиту має спиратися на чітко окреслену дидактичну логіку, в межах якої кожен сценарій виконує специфічну функцію формування діагностичних компетентностей. Доцільно проєктувати навчальні епізоди як завершені «діагностичні траєкторії» із прозорою вхідною ситуацією, визначеним мінімально необхідним обсягом обстеження та контрольованими умовами для перевірки гіпотез. Ефективним є каскадне розгортання інформації: спочатку фіксуються ключові скарги та факти з анамнезу, далі додаються цільові клінічні ознаки, після чого відкриваються результати базових проб, що дозволяє відслідковувати, на якому етапі здобувач освіти робить діагностичний висновок і які саме дані для нього є вирішальними. Така структура підвищує валідність навчального досвіду і забезпечує узгодженість між різними сценаріями в межах курсу.

Методично обґрунтованим є баланс типових і нетипових кейсів, оскільки саме поєднання канонічних клінічних картин з межовими станами запобігає формуванню стереотипного мислення. Доцільно заздалегідь визначати матрицю варіабельності для кожної нозологічної одиниці: для карієсу – спектр від початкових до глибоких уражень із варіативною чутливістю; для пульпіту – градації больового

синдрому та тривалості відповіді на подразники; для періодонтиту – поєднання больових відчуттів під час накушування, реакції на перкусію та ознак залучення періапікальної ділянки. Кожну варіацію необхідно чітко описати в карті сценарію із зазначенням обов'язкових та факультативних діагностичних кроків, що забезпечує збереження порівнюваності результатів у різних групах. З позиції дидактичного контролю важливо запроваджувати «пороги прийняття рішення», які унаочнюють момент достатності даних для постановки попереднього та остаточного діагнозу. Це дозволяє оцінювати не лише правильність висновку, а й раціональність діагностичної стратегії: чи не виконує здобувач освіти надлишкових проб, чи не ігнорує ключові ознаки, чи вміє зупиняти діагностичний пошук у разі досягнення необхідної впевненості. Доцільно фіксувати три інтегральні показники ефективності: точність диференційної діагностики між трьома цільовими станами, час до обґрунтованого висновку та частоту необґрунтованих додаткових тестів. Сукупність цих метрик формує надійний індикатор прогресу й підставу для індивідуалізованого коригування навчальної траєкторії.

Суттєвим компонентом оптимізації є стандартизація мовлення та спостереження. У картах сценаріїв бажано запровадити еталонну номенклатуру клінічних формулювань і уніфіковані шаблони запису, де кожен симптом і результат проби кодуються однозначно. Це мінімізує інтерпретаційну варіабельність, підсилює прозорість зворотного зв’язку та полегшує порівняння між сесіями. Рефлексивний етап слід будувати за структурою «гіпотеза–доказ–контрдоказ–висновок», під час якої здобувач освіти аргументує кожен крок, а викладач відокремлює випадкові помилки від системних прогалин у логіці.

У змісті тренувань доцільно передбачати модулі, що навмисно вводять діагностичну невизначеність, аби тренувати толерантність до

суперечливих даних. Оптимально, коли частина кейсів містить рівнозначні підстави на користь двох діагнозів і вимагає чітко окресленого плану «діагностичної розвилки». Такі модулі мають завершуватися коротким письмовим обґрунтуванням, в якому здобувач освіти пояснює, чому вибрав саме цю стратегію та яку інформацію вважав вирішальною. У підсумку формується не лише вміння правильно класифікувати стан, а й здатність керувати власною невизначеністю відповідно до принципів доказового мислення.

Окремо варто регламентувати навантаження та дозування складності. Рекомендовано починати з високої спостережності ознак і поступово знижувати «контраст» симптоматики, аби переводити акцент з очевидних сигналів на сукупність тонких маркерів. Сценарії мають бути короткими, але частими, з чітким циклом «спроба – миттєвий зворотний зв'язок – повторна спроба»; повтори слід конструювати так, щоб вони тестували саме скоригований компонент навички, а не відтворення запам'ятованого шаблону. Усі зміни складності повинні бути задокументовані в паспорті кейсу, що забезпечує керованість освітнього процесу і справедливість оцінювання.

Нарешті, для доведення методики до відтворюваного стандарту потрібні регулярні сесії калібрування викладачів із розбором прикладів межових рішень і розсинхронів у трактуванні симптомів. Калібрування забезпечує узгодженість критеріїв правильності, синхронізує інтерпретацію «порогів даних» і підвищує надійність зворотного зв'язку. У сукупності запропоновані кроки формують цілісну методичну рамку, в межах якої симуляційне моделювання діагностики карієсу, пульпіту та періодонтиту стає керованим, валідним і таким, що стабільно трансформується в клінічно релевантні компетентності здобувача освіти.

2.3. Використання фантомів та віртуальних тренажерів для відпрацювання препарування, пломбування, ізоляції робочого поля

У сучасній системі підготовки здобувачів освіти за фахом «терапевтична стоматологія» особливе місце належить симуляційним технологіям, які дозволяють відпрацьовувати складні практичні навички в безпечному середовищі, максимально наближеному до умов клініки. Використання фантомів та віртуальних тренажерів забезпечує поєднання педагогічної доцільності та клінічної цінності, оскільки створює умови для формування професійних компетентностей без ризику для пацієнтів. На відміну від традиційного навчання, яке здебільшого базується на спостереженні за діями викладача та поодиноких спробах виконання маніпуляцій у реальній клініці, симуляційні технології дозволяють багаторазово повторювати кожен етап лікувальної процедури, коригувати помилки та вдосконалювати моторні навички. У такий спосіб вони виступають ключовим етапом переходу від теоретичного засвоєння матеріалу до повноцінної клінічної практики (табл. 2.3.1).

Таблиця 2.3.1

Порівняльна характеристика традиційних і симуляційних методів у підготовці здобувачів освіти з терапевтичної стоматології

Критерій	**Традиційні методи**	**Фантоми та віртуальні тренажери**
Навчання препарування	Обмежене роботою на пацієнтах та демонстрацією викладача	Повторюваність на фантомах, імітація різних типів каріозних уражень
Освоєння пломбування	Залежить від клінічного випадку та доступності пацієнтів	Моделювання анатомічної форми пломби з використанням різних матеріалів
Ізоляція робочого поля	Виконується епізодично під час клінічного прийому	Систематичне відпрацювання з використанням фантомів і VR-модулів

Оцінювання результатів	Переважно суб'єктивне, базоване на думці викладача	Об'єктивізовано цифровими показниками віртуальних систем
Безпека навчання	Ризик для пацієнта в разі помилки	Повна відсутність ризику, можливість багаторазового тренування

Джерело: сформовано на підставі [117; 118; 119]

У сучасній практиці підготовки здобувачів освіти з терапевтичної стоматології симуляційні технології виконують функцію контрольованого «клінічного полігону», де формується весь комплекс мануальних навичок, необхідних для роботи в умовах реального прийому [118]. Використання фантомних моделей дозволяє відтворювати типові клінічні ситуації, з якими лікар стикається щодня. Наприклад, у процесі препарування каріозних порожнин здобувач може відпрацьовувати формування доступу до порожнини I класу за Блеком в молярах, моделювати дистально-оклюзійні та мезіально-оклюзійні порожнини II класу, враховувати напрямок емалевих призм під час формування порожнини V класу в пришийковій ділянці. Це дозволяє не лише закріпити біомеханічні принципи препарування, а й зрозуміти клінічну логіку збереження тканин зуба за мінімально інвазивних втручань.

Віртуальні тренажери, що базуються на VR- або AR-платформах, створюють новий рівень реалістичності, коли кожен рух бора чи інструмента супроводжується візуальною та тактильною (haptic) віддачею. Система може зафіксувати надмірне зняття дентину, оцінити, чи залишено «caries-affected dentin» у критичних зонах, або, навпаки, чи не пошкоджено пульпову камеру в разі глибокого препарування [119].

У контексті пломбування такі тренажери дозволяють тренувати пошарове внесення композитних матеріалів з урахуванням полімеризаційної усадки, моделювання анатомічної форми горбків та відновлення контактних пунктів. У разі роботи з ізоляцією робочого

поля VR-середовище дає змогу відпрацювати техніку накладання кофердаму у складних клінічних ситуаціях – наприклад, під час лікування премолярів із тісним міжзубним проміжком чи у випадках, коли необхідна ізоляція лише одного фронтального зуба.

Важливо й те, що сучасні цифрові модулі мають функцію аналітики результатів: вони автоматично вимірюють кут нахилу бора, ступінь збереження твердої тканини, об'єм порожнини, рівень адаптації пломби до стінок, а також герметичність відновлення. Це перетворює навчання з емпіричного процесу на науково обґрунтований і стандартизований метод підготовки. Завдяки такій інтеграції фантомів та віртуальних систем у терапевтичну стоматологію формується принципово нова освітня парадигма, в якій клінічна компетентність здобувачів освіти оцінюється не лише за якістю кінцевого результату, а й за точністю та раціональністю виконання кожного окремого етапу маніпуляції.

У терапевтичній стоматології відпрацювання техніки препарування та формування каріозних порожнин є базовим етапом професійної підготовки здобувачів освіти. Фантомні моделі відіграють ключову роль у цьому процесі, оскільки дозволяють відтворити умови, максимально наближені до клінічних, і забезпечують багаторазове тренування мануальних рухів без ризику для пацієнта. Використання фантомів створює у здобувачів освіти можливість поступово освоювати роботу з різними видами борів, формувати навички контролю глибини препарування, оцінювати просторове співвідношення між стінками та дном порожнини. Це сприяє не лише формуванню моторних навичок, а й розвитку клінічного мислення, оскільки фантомна практика дозволяє закріпити принципи мінімально інвазивного втручання та збереження тканин зуба (табл. 2.3.2).

У сучасних умовах фантомні моделі забезпечують можливість багатоаспектного тренування, яке охоплює не лише базову техніку

препарування, але й більш складні клінічні ситуації, що формують у здобувачів освіти здатність працювати в умовах, максимально наближених до реальної практики.

Таблиця 2.3.2

Можливості фантомних моделей у відпрацюванні техніки препарування

Критерій	**Традиційна клінічна підготовка**	**Фантомні моделі в терапевтичній стоматології**
Контроль глибини препарування	Обмежений візуальною оцінкою і досвідом викладача	Можливість багаторазового відпрацювання з чіткими анатомічними орієнтирами
Вибір інструментарію	Вивчається переважно на прикладі клінічних випадків	Систематичне тренування роботи з різними типами борів та наконечників
Формування порожнин	Залежить від клінічної ситуації та доступності пацієнтів	Стандартизовані сценарії за класами Блека та моделювання різних варіантів уражень
Відчуття твердих тканин	Реальне, але обмежене клінічними та етичними чинниками	Імітація різного ступеня твердості емалі та дентину в навчальних фантомах
Оцінювання результату	Суб'єктивна думка викладача	Об'єктивізована оцінка точності та форми порожнини за еталонними параметрами

Джерело: сформовано на підставі [120; 121; 122; 123]

Наприклад, під час моделювання порожнин I класу за Блеком у жувальній групі зубів фантом дозволяє відпрацювати створення порожнин за принципом біологічної доцільності та технічної раціональності, що забезпечує рівномірний розподіл жувального навантаження після відновлення. У випадку формування порожнин II класу фантоми дають можливість неодноразово тренувати доступ у ділянці апроксимальних поверхонь, відчувати межу між збереженням контактного пункту та його частковим видаленням, а також удосконалювати техніку створення ретенційних елементів для міцної фіксації пломбувального матеріалу [121].

Особливо цінним є використання фантомів під час відпрацювання препарування у складних ділянках – наприклад, у пришийковій зоні під час моделювання V класу, де здобувач освіти вчиться працювати в умовах обмеженої видимості та підвищеного ризику пошкодження маргінального пародонта [123]. Також практичною перевагою є можливість імітації глибокого карієсу, коли фантомна модель дає змогу тренувати контроль глибини препарування з урахуванням близькості порожнини зуба, а також оцінювати, наскільки тонким залишено дентиновий «місток» над нею.

Сучасні фантоми обладнані матеріалами різної щільності, що дозволяє здобувачеві освіти диференціювати відчуття під час роботи в емалі та дентині. Це важливо для формування клінічного тактильного чуття, яке надалі визначає якість роботи лікаря [120]. Наприклад, у процесі препарування фантомної емалі можна відчути підвищений опір на початковому етапі, після чого перехід у дентин супроводжується м'якшою віддачею інструмента. Такі вправи сприяють формуванню моторної пам'яті, яка в умовах реального прийому знижує ризик перфорацій, надмірного зняття тканин чи їх перегрівання.

Крім того, використання фантомів дозволяє відпрацьовувати не лише техніку препарування, але й ергономіку робочого процесу: правильне положення тіла, орієнтацію інструмента відносно осі зуба, черговість застосування наконечників і борів. У результаті здобувач освіти навчається інтегрувати технічні прийоми в повноцінний клінічний алгоритм.

У терапевтичній стоматології якість лікування безпосередньо залежить від точності пломбування та ефективності ізоляції робочого поля. Саме ці маніпуляції потребують високого рівня моторної координації, розвинутого тактильного відчуття і здатності працювати в умовах обмеженого доступу. Віртуальні тренажери на основі VR та AR-технологій дозволяють здобувачам освіти відпрацьовувати ці навички

в умовах цифрового середовища, що відтворює клінічні сценарії з високим ступенем реалістичності. Їх дидактична перевага полягає в можливості багаторазового відпрацювання одних і тих самих маніпуляцій, отримання об'єктивного зворотного зв'язку та індивідуалізації темпу навчання. Технічна цінність тренажерів полягає в гаптичному відгуку, системі автоматизованого вимірювання точності рухів та аналізі кінцевого результату, що суттєво підвищує ефективність освітнього процесу (табл. 2.3.3).

Таблиця 2.3.3

Можливості віртуальних тренажерів у формуванні навичок пломбування та ізоляції робочого поля

Критерій	**Традиційне навчання в клініці**	**Віртуальні тренажери в терапевтичній стоматології**
Тренування пломбування	Обмежене доступністю клінічних випадків	Повторюваність із різними матеріалами, пошарове внесення композиту
Імітація анатомії	Базується на реальних зубах пацієнтів	Цифрове 3D-моделювання порожнин та оклюзійних поверхонь
Ізоляція робочого поля	Виконується епізодично під час лікування	Віртуальні сценарії накладання кофердаму на фронтальну і жувальну групи зубів
Зворотний зв'язок	Суб'єктивна оцінка викладача	Автоматизоване вимірювання точності рухів і герметичності реставрації
Дидактичні можливості	Залежні від клінічної ситуації	Індивідуалізація темпу навчання, повторюваність сценаріїв, аналіз помилок

Джерело: сформовано на підставі [124; 125; 126]

У сучасних умовах VR-тренажери в терапевтичній стоматології застосовуються для моделювання складних клінічних ситуацій, які важко відтворити під час звичайної підготовки. Наприклад, система може створювати сценарій пошарового внесення композиту в глибоку апроксимальну порожнину з аналізом полімеризаційної усадки, що в клінічній практиці є частою причиною мікропротікань і вторинного карієсу. Під час відновлення оклюзійної поверхні молярів здобувач освіти тренується у відтворенні фісур і горбків із правильним оклюзійним співвідношенням до зубів-антагоністів. У фронтальній

ділянці VR-середовище дає змогу відпрацьовувати моделювання прозорості композитів, багатошарове відтворення кольору та формування правильного контуру різального краю, що має ключове значення для естетики реставрацій.

Особливе значення віртуальні тренажери мають для тренування ізоляції робочого поля. Завдяки інтерактивним модулям здобувач освіти може відпрацьовувати встановлення кламера у випадках, коли анатомічні умови ускладнені: тісні міжзубні проміжки, низька клінічна коронка, ротація зуба. Система автоматично фіксує правильність вибору кламера, герметичність ізоляції та час виконання процедури, що дозволяє аналізувати ефективність кожної спроби [124]. У деяких симуляційних сценаріях передбачається навіть тренування комбінованої ізоляції – наприклад, поєднання кофердаму з ретракційними нитками у фронтальній ділянці.

На відміну від фантомів, які дають змогу відпрацювати лише саму техніку, VR/AR-технології забезпечують аналітичний вимір навчання. Вони збирають цифрові дані про кут нахилу інструмента, рівномірність розподілу матеріалу, послідовність дій та якість кінцевої реставрації. Це дозволяє здобувачу освіти не лише відтворювати алгоритм, але й аналізувати власні помилки, прогнозувати наслідки технічних похибок і вдосконалювати стратегію лікування. У результаті віртуальні тренажери в терапевтичній стоматології виступають не лише інструментом формування моторних навичок, а й засобом розвитку клінічного мислення, що є визначальним чинником професійної готовності майбутнього лікаря.

Попри значний потенціал симуляційних технологій у підготовці здобувачів освіти з терапевтичної стоматології, їх використання супроводжується низкою проблем та обмежень, які істотно впливають на якість освітнього процесу. Одним із ключових бар'єрів є відсутність стандартизованих підходів до оцінювання результатів роботи на

фантомах та у VR-середовищах. У різних закладах освіти критерії якості препарування та пломбування визначаються локально, що призводить до нерівномірності рівня підготовки та ускладнює можливість упровадження єдиних акредитаційних стандартів [126].

Ще однією проблемою виступає обмежений спектр клінічних сценаріїв, доступних для симуляції. Хоча сучасні фантомні моделі та віртуальні тренажери дозволяють відтворювати типові варіанти уражень за класами Блека, вони не забезпечують повної репрезентації складних та атипових випадків, що часто трапляються в реальній практиці терапевтичної стоматології [127]. Унаслідок цього здобувач освіти ризикує залишитися недостатньо підготовленим до клінічних ситуацій, що виходять за межі «стандартного» перебігу карієсу чи реставраційних процедур.

Значним обмеженням є й неможливість повного відтворення біологічних властивостей тканин. Навіть високоякісні фантоми не імітують таких факторів, як реакція дентину на препарування (підвищена чутливість), мікропротікання пломбувальних матеріалів чи геморагія в пришийковій ділянці [128]. Це ускладнює формування комплексного клінічного мислення, оскільки здобувач освіти не стикається з біологічними наслідками власних дій.

До переліку проблем варто віднести й технічну вразливість VR/AR-систем. Складне програмне забезпечення чутливе до збоїв, а похибки калібрування можуть призводити до спотворення освітнього процесу – наприклад, некоректного відображення глибини препарування або неточного аналізу адаптації пломбувального матеріалу [121]. Подібні технічні відхилення негативно впливають на об’єктивність тренінгу і можуть створювати у здобувача освіти хибне уявлення про правильність виконання маніпуляцій.

Не менш значущим чинником є фінансова асиметрія в доступі до симуляційних технологій. Висока вартість фантомних лабораторій та

цифрових VR-комплексів обмежує можливість їх широкого впровадження, а в тих випадках, коли вони вже інтегровані в освітній процес, здобувачі освіти нерідко стикаються з браком часу для індивідуальної роботи через дефіцит робочих місць і перевантаженість симуляційних центрів.

Таким чином, сучасні проблеми використання фантомів та віртуальних систем у стоматологічній освіті пов'язані не лише з технологічними чи методичними аспектами, але й з питаннями стандартизації, клінічної релевантності сценаріїв, точності цифрових систем та економічної доступності. Їх комплексне розв'язання є передумовою підвищення ефективності симуляційного навчання та його повноцінної інтеграції в систему підготовки майбутніх терапевтів-стоматологів.

Ефективна інтеграція фантомних моделей і віртуальних тренажерів у підготовку майбутніх стоматологів потребує вироблення цілісної методичної стратегії, що передбачає узгодженість сценаріїв навчання та уніфікацію критеріїв оцінювання. Важливим завданням є створення стандартизованих клінічних кейсів, які одночасно реалізуються на фантомах і у VR-середовищах. Такий підхід дозволяє здобувачеві освіти поступово переходити від базового мануального відпрацювання на фізичній моделі до складнішої цифрової симуляції, де акцент зроблено на точності рухів, об'єктивних метриках та аналізі помилок.

Доцільним є впровадження багаторівневої системи оцінювання, що враховує як якість кінцевого результату (форма та герметичність пломби, точність ізоляції робочого поля), так і параметри процесу (глибина препарування, кут нахилу інструмента, рівномірність пошарового внесення матеріалу). Уніфікація цих критеріїв для фантомних і віртуальних модулів дозволить забезпечити єдність освітніх стандартів і підвищить об'єктивність контролю.

Особливого значення набуває інтеграція біологічних аспектів в освітні сценарії. Навчальні моделі мають відтворювати не лише механіку препарування чи пломбування, але й можливі ускладнення – ризик оголення пульпи, кровоточивість у пришийковій ділянці, появу мікропротікань. Це сприятиме розвитку клінічного мислення і допоможе здобувачам освіти усвідомлювати зв'язок між технікою виконання маніпуляцій і біологічними наслідками.

З метою ефективної інтеграції необхідним є також узгодження навчальних платформ з міжнародними стандартами. Використання симуляційних програм, які відповідають вимогам світових акредитаційних систем, дозволить забезпечити сумісність підготовки українських стоматологів із глобальним освітнім простором і полегшить взаємне визнання результатів навчання.

Таким чином, оптимальна інтеграція фантомних і віртуальних технологій у систему підготовки стоматологів повинна ґрунтуватися на стандартизації клінічних сценаріїв, багаторівневій системі оцінювання, включенні біологічно релевантних параметрів та міжнародній уніфікації програмного забезпечення. Це дозволить перетворити симуляційні методи з допоміжного інструмента на ядро формування клінічної компетентності майбутніх лікарів.

2.4. Алгоритми клінічного прийняття рішень у терапевтичній стоматології

Клінічне прийняття рішень у терапевтичній стоматології є складним багаторівневим процесом, в якому поєднуються науково обґрунтовані знання, клінічний досвід та індивідуалізований підхід до кожного пацієнта. Його основна мета полягає у виборі оптимальної діагностичної та лікувальної стратегії, що забезпечує найкращий прогноз та максимальну безпеку. Алгоритмізація цього процесу не

означає жорстке слідування протоколу, вона є інструментом структурування клінічного мислення, що дозволяє лікарю системно аналізувати дані, передбачати ризики й адаптувати план лікування під конкретні обставини.

Особливої актуальності ця проблематика набуває в умовах симуляційного навчання, де здобувачі освіти відпрацьовують не лише технічні маніпуляції, а й логіку клінічного мислення. Саме алгоритми прийняття рішень забезпечують зв'язок між діагностикою, лікувальними процедурами та прогнозуванням наслідків. Вони виконують роль «каркасу», на який спирається майбутній лікар, приймаючи рішення у стресових чи невизначених ситуаціях. Водночас принципи клінічного прийняття рішень не є абстрактними – вони мають практичне значення для формування таких компетентностей, як: структурність мислення, вміння диференціювати варіанти, здатність до адаптації, доказовість і рефлексивність (таблиця 2.4.1).

У практиці терапевтичної стоматології базові принципи клінічного прийняття рішень мають багатовимірне значення, оскільки вони водночас виконують функцію дидактичної моделі для здобувачів освіти і є робочим інструментом лікаря в реальній клініці. Їх застосування виходить за межі формального «слідування протоколу» та передбачає глибоку інтеграцію аналітичного мислення, когнітивної гнучкості й професійної інтуїції.

Послідовність забезпечує логічну структуру аналізу клінічної інформації. У навчанні вона реалізується через алгоритмізацію клінічного випадку: здобувач освіти крок за кроком рухається від збору анамнезу до інтерпретації результатів додаткових методів обстеження й вибору лікувальної тактики.

Таблиця 2.4.1

Базові принципи клінічного прийняття рішень у терапевтичній стоматології

Принцип	**Зміст**	**Освітньо-клінічне значення**	**Приклади застосування**
Послідовність	Логічний поділ процесу на етапи: анамнез – обстеження – аналіз даних – вибір тактики	Забезпечує структурність мислення та знижує ймовірність помилок	Виконання повного діагностичного алгоритму в разі підозри на пульпіт як ускладнення карієсу
Диференційність	Паралельний розгляд кількох можливих варіантів діагнозу чи лікування	Формує критичне мислення і запобігає шаблонним рішенням	Вибір між консервативним лікуванням і ендодонтичним втручанням
Гнучкість	Адаптація алгоритму до клінічних умов і стану пацієнта	Дозволяє врахувати нетипові випадки й індивідуальні особливості	Зміна плану за виявлення супутніх патологій чи алергічних реакцій
Обґрунтованість	Спирання на доказову медицину, сучасні протоколи та настанови	Надає рішенням наукової та клінічної валідності	Використання протоколів ESE під час лікування ендодонтичних захворювань
Рефлексивність	Аналіз наслідків прийнятого рішення та корекція стратегії	Сприяє формуванню клінічного мислення та самонавчання	Обговорення результатів лікування під час клінічних конференцій

Джерело: сформовано на підставі [129; 130; 131; 132]

У клінічних умовах дотримання послідовності дозволяє уникати типових помилок, як-от пропуск прихованих симптомів або передчасне призначення інвазивних процедур без достатнього обґрунтування [131]. Наприклад, у випадку підозри на пульпіт послідовний підхід гарантує, що лікар не пропустить оцінювання життєздатності пульпи, яка визначає принципову різницю між консервативним лікуванням і необхідністю ендодонтичного втручання.

Диференційність формує критичне клінічне мислення та запобігає шаблонним рішенням. На практиці вона вимагає паралельного аналізу кількох можливих діагнозів чи терапевтичних стратегій, зважування їх переваг і ризиків. Це дуже важливо в ситуаціях, коли клінічна симптоматика є неспецифічною. Наприклад, глибока каріозна порожнина з безсимптомним перебігом може бути проявом як хронічного глибокого карієсу, так і хронічного

періодонтиту, і лише здатність здобувача освіти диференціювати ці стани дозволяє уникнути хибного лікування. У навчанні цей принцип реалізується через клінічні сценарії з кількома варіантами відповідей, де завдання полягає не у виборі «правильного», а у виправданні логіки клінічного вибору.

Гнучкість є критичною в сучасній стоматологічній практиці, адже стандартні протоколи не завжди охоплюють усі можливі клінічні ситуації. У реальних умовах лікар стикається з коморбідними пацієнтами, обмеженнями щодо матеріалів або індивідуальними анатомічними особливостями. Наприклад, у плануванні ендодонтичного лікування в пацієнта з алергією на стандартні анестетики доводиться коригувати алгоритм та шукати альтернативні методи знеболення. У навчальних симуляційних сценаріях принцип гнучкості відображається через створення ситуацій із «порушенням стандарту», коли здобувач освіти змушений шукати нестандартні шляхи розв'язання проблеми, зберігаючи при цьому безпеку та ефективність лікування [132].

Обґрунтованість забезпечує наукову і клінічну валідність прийнятих рішень. У сучасній стоматології це означає спирання на дані доказової медицини, використання міжнародних протоколів (наприклад, рекомендацій Європейського товариства ендодонтистів – ESE [133]), клінічних настанов МОЗ України [134] чи стандартів Американської стоматологічної асоціації [135]. У симуляційних лабораторіях цей принцип реалізується через інтеграцію цифрових баз даних у тренажери: здобувач освіти може одразу перевірити відповідність власних дій сучасним клінічним рекомендаціям. У клінічній практиці обґрунтованість захищає лікаря від суб'єктивізму і є запорукою професійної відповідальності.

Рефлексивність завершує цикл прийняття рішень і перетворює його на процес безперервного вдосконалення. Це не лише аналіз

результату лікування, а й критичне оцінення самої логіки дій. У сучасних умовах рефлексивність підтримується технологічно: у симуляційних центрах використовуються відеозаписи маніпуляцій, автоматизовані системи оцінювання, а також групові обговорення, що дозволяють здобувачам освіти зрозуміти власні сильні й слабкі сторони. У клінічній практиці цей принцип проявляється в проведенні морбідіті-конференцій, колегіальних обговорень складних випадків, що не лише знижує ризик повторення помилок, а й формує професійну культуру критичного аналізу.

Таким чином, базові принципи клінічного прийняття рішень утворюють цілісну систему, в якій кожен елемент підсилює інший: послідовність створює рамку для мислення, диференційність розширює спектр можливостей, гнучкість забезпечує адаптивність, обґрунтованість надає наукової валідності, а рефлексивність закріплює розвиток професійної майстерності. У поєднанні вони формують не лише інструмент клінічної практики, а й ключову освітню модель, яка дозволяє здобувачам освіти переходити від простого відтворення знань до самостійного, відповідального і творчого прийняття рішень у реальних умовах стоматологічної практики.

Клінічний вибір у терапевтичній стоматології ніколи не є абсолютно лінійним, адже рішення лікаря формуються під впливом комплексу факторів, які можуть мати як медичний, так і організаційний чи технологічний характер. На відміну від загальних принципів клінічного прийняття рішень, що забезпечують логіку процесу, ключові фактори визначають конкретний напрям цього процесу в межах кожного клінічного випадку. Їх систематизація дозволяє здобувачам освіти навчитися не лише діяти за алгоритмом, а й критично оцінювати, які саме змінні впливають на кінцеве рішення. Це важливо як у моделюванні клінічних сценаріїв, так і в реальній

практиці, де однакові симптоми можуть потребувати різних стратегій лікування залежно від контексту (табл. 2.4.2).

Таблиця 2.4.2

Ключові фактори, що впливають на клінічний вибір у терапевтичній стоматології

Фактор	**Зміст**	**Освітньо-клінічне значення**	**Приклад застосування**
Ступінь ураження тканин	Глибина і поширеність патологічного процесу	Визначає вибір між консервативною та радикальною тактикою	Початковий та середній карієс – пломбування, глибокий дефект із ураженням пульпи – ендодонтичне лікування
Індивідуальні особливості пацієнта	Загальний стан, супутні захворювання, алергія, вік	Вимагає персоналізації протоколів і корекції стандартних схем	Алергія на місцеві анестетики – вибір альтернативного методу знеболення
Доступність матеріалів і технологій	Наявність сучасних пломбувальних матеріалів, апаратури, інструментів	Впливає на якість лікування та прогноз результату	Використання фотополімернихта склойономерних матеріалів
Економічні та соціальні чинники	Можливості пацієнта, система страхування, фінансові ресурси закладу	Визначають реалістичність вибору оптимальної стратегії	Вибір етапного лікування для пацієнта з обмеженим бюджетом
Етичні та комунікативні аспекти	Очікування пацієнта, готовність до інвазивних процедур, інформована згода	Забезпечують пацієнтоорієнтований підхід і довіру	Вибір оптимальної методики на прохання пацієнта

Джерело: сформовано на підставі [136; 137; 138]

Ступінь ураження тканин виступає первинним стратифікаційним маркером, який визначає верхній рівень клінічного дерева рішень. Це не лише глибина ураження емалі чи дентину, а й характер запальної відповіді пульпи, ступінь поширення патології в періапікальних структурах. У сучасних симуляційних лабораторіях здобувачі освіти опановують цю логіку через поетапні сценарії: від вибору методу препарування до обґрунтування доцільності ендодонтичного лікування, що відображає реальний континуум клінічної практики.

Індивідуальні особливості пацієнта піднімають проблему персоналізованої медицини. Коморбідність (наприклад, цукровий

діабет, серцево-судинні захворювання) не лише ускладнює прогноз, але й диктує потребу в зміні фармакологічних схем та обережності у виборі матеріалів. Алергологічний статус пацієнта є чинником, що безпосередньо впливає на вибір анестетика, пломбувальних засобів і навіть методів антисептики [138]. В освітньому процесі це відтворюється через кейси з «ускладненими умовами», які моделюють колізії між стандартним протоколом і клінічною реальністю.

Доступність матеріалів і технологій у стоматології є не лише технічним питанням, а й детермінантою якості лікування. Використання сучасних фотополімерів, мікроскопів, ендомоторів з апекслокаторами та апаратів для ультразвукового оброблення кореневих каналів забезпечує інший рівень точності, ніж застарілі технології. На практиці це означає, що клінічний вибір іноді обмежується можливостями закладу і лікар змушений шукати компроміси, які водночас зберігатимуть якість і безпеку лікування.

Соціально-економічні чинники задають «реалістичний горизонт» для оптимального плану лікування. Лікар часто балансує між найкращим варіантом за міжнародними стандартами й фінансовими можливостями пацієнта. У сучасній освіті здобувачі мають засвоїти не лише «ідеальні» схеми, але й принципи етапності лікування, коли тимчасове рішення стає необхідним кроком у стратегії досягнення повної реабілітації [137].

Нарешті, етичні та комунікативні параметри перетворюють клінічний вибір на взаємодію двох суб'єктів – лікаря і пацієнта. Інформована згода не є формальністю, а інструментом легітимації прийнятого рішення. У випадках, коли пацієнт відмовляється від інвазивної терапії, лікар має адаптувати план лікування, забезпечивши водночас максимально можливу ефективність і безпеку. В освітньому контексті цей фактор реалізується через симуляційні сценарії, які включають комунікативні елементи: здобувачі освіти мають

аргументувати свої дії пацієнтові та отримати його згоду на подальші кроки.

Таким чином, клінічний вибір у терапевтичній стоматології є функцією багатьох змінних, кожна з яких має свою вагу в конкретному випадку. Їх інтеграція формує динамічну модель, де клінічне мислення поєднується з доказовою базою, ресурсними можливостями та етичними рамками. Для здобувачів освіти оволодіння цими факторами є ключем до переходу від алгоритмічної схеми до професійно зрілої, пацієнтоорієнтованої клінічної практики.

Алгоритмізація є ключовим інструментом структурування клінічного мислення, адже вона дозволяє лікарю швидко орієнтуватися у варіативних клінічних ситуаціях. Вона передбачає побудову логічних «гілок рішень», де кожний наступний крок зумовлений результатом попереднього. У сучасній стоматологічній практиці алгоритмізація не зводиться до механічного повторення протоколів: її сутність полягає у створенні багатоваріантних моделей, які враховують динаміку патологічного процесу, непередбачувані ускладнення та реакцію пацієнта на терапію. Для здобувачів освіти така побудова алгоритмів є особливо важливою, оскільки вона формує вміння системно мислити й одночасно діяти в ситуації невизначеності (табл. 2.4.3).

Алгоритмізація вибору лікувальних стратегій у терапевтичній стоматології розглядається нині як ключовий інструмент формування клінічного мислення, який дозволяє лікарю не лише діяти в межах стандартів, а й оперативно адаптуватися до складних або нетипових ситуацій.

У випадку гострого болю алгоритмічна гілка виконує функцію невідкладної стратифікації, що має як практичне, так і прогностичне значення. Коли пацієнт звертається з інтенсивним болем, лікар повинен відмежувати ситуації, які можуть бути стабілізовані

тимчасовим знеболенням, від тих, що потребують негайного ендодонтичного втручання.

Таблиця 2.4.3

Типові алгоритмічні гілки вибору лікувальних стратегій у терапевтичній стоматології

Клінічна ситуація	**Алгоритмічна гілка**	**Очікуваний результат**
Гострий біль у зубі	Первинна діагностика; визначення джерела болю; за життєздатної пульпи – знеболення та планування консервативного лікування; за запалення пульпи – невідкладна ендодонтія	Усунення болю, профілактика інфекції
Неефективність попереднього лікування	Аналіз історії випадку; пошук причин невдачі; у першому випадку – перехід від консервативного до ендодонтичного лікування; у другому – за сприятливого прогнозу – повторна ендодонтія з мікроскопом, за негативного – хірургічне втручання або екстракція	Зростання успішності, зменшення ускладнень
Кілька терапевтичних опцій	Визначення можливих стратегій; оцінка прогнозу; обговорення з пацієнтом	Оптимальний довгостроковий результат
Ускладнений перебіг	Виявлення коморбідних чинників; модифікація алгоритму; консультація суміжних спеціалістів; комплексна тактика	Мультидисциплінарний підхід, зниження ризику невдачі
Рецидив після лікування	Клініко-рентгенологічний контроль; визначення характеру рецидиву; при можливості – повторне лікування; при негативному прогнозі – хірургія	Прогнозований результат, збереження зуба

Джерело: сформовано на підставі [139;140; 141;142; 143]

Наприклад, за гіперемії пульпи можливим є застосування лікувальної прокладки і відтермінованe пломбування, тоді як за діагностованого гострого пульпіту алгоритм чітко веде до невідкладної пульпектомії. У симуляційних умовах цей сценарій дозволяє здобувачам освіти тренувати швидке прийняття рішень в умовах стресу, коли часовий фактор є критичним.

Алгоритм за неефективності попереднього лікування спрямований на ретроспективний аналіз та верифікацію можливих помилок. На практиці це означає, що лікар має оцінити якість

попередньої обтурації, виявити наявність пропущених каналів чи технічних дефектів [141]. Використання мікроскопічних технологій у повторній ендодонтії є типовим прикладом, коли алгоритм передбачає умовний поділ: якщо є можливість усунути дефект – проводиться нове лікування; якщо прогноз сумнівний – розглядається апікальна хірургія або навіть екстракція. У симуляційному навчанні цей алгоритм має особливу цінність, адже він формує у здобувачів освіти навички системного аналізу невдач і критичного мислення.

За наявності кількох терапевтичних опцій алгоритмізація виконує не лише клінічну, а й комунікативну функцію. Ситуація вибору між збереженням зуба і його видаленням із подальшою імплантацією є показовим прикладом: лікар формує дерево рішень, в якому кожна гілка має свій прогноз, ризики й вартісні характеристики. Кінцеве рішення приймається спільно з пацієнтом на основі інформованої згоди. У сучасних симуляційних центрах ці сценарії реалізуються як комплексні кейси, що вимагають від здобувачів освіти не лише технічних, а й комунікативних компетентностей –аргументації, презентації варіантів і ведення діалогу з «пацієнтом-актором» [143].

Алгоритм за ускладненого перебігу захворювання демонструє роль мультидисциплінарності. Наприклад, у разі виявлення хронічного періодонтиту на тлі генералізованого пародонтиту стандартний терапевтичний протокол потребує модифікації: до лікування залучається пародонтолог, а іноді й ортопед для комплексної реабілітації зубощелепної системи. У таких випадках алгоритм вимагає переходу від «лінійного» мислення до моделі «паралельних гілок», де рішення формується консиліумом спеціалістів [141]. У навчанні цей аспект алгоритмізації відображається через міжкафедральні інтегровані сценарії, що формують у здобувачів навички командної взаємодії.

Алгоритм у разі рецидиву після завершеного лікування виконує роль механізму рефлексії та вторинної діагностики. Наприклад, рентгенологічне виявлення неповної обтурації кореневого каналу або вертикального перелому кореня змінює тактику: якщо технічна корекція можлива – проводиться повторна ендодонтія, якщо ж ні – застосовується хірургічний підхід. Цей сценарій у симуляційних умовах навчає здобувачів освіти не лише знаходити рішення, а й визнавати межі можливого, що формує зрілу клінічну відповідальність.

Узагальнюючи, можна зазначити, що алгоритмізація вибору лікувальних стратегій у сучасній терапевтичній стоматології не є статичним набором правил. Це динамічна когнітивна система, що інтегрує клінічні протоколи, аналітичне мислення та комунікативну взаємодію. У практиці вона забезпечує швидкість і точність діагностично-лікувальних рішень, а в освіті формує фундамент професійної компетентності, де алгоритм стає не обмеженням, а навігаційним інструментом у складному полі клінічних варіантів.

Проблематика впровадження алгоритмів в освітній процес і клінічну практику терапевтичної стоматології має багатовимірний характер і виходить за межі ресурсних чи технічних бар'єрів, описаних у підручнику. Насамперед слід наголосити на труднощах стандартизації – вони полягають у різному рівні інтерпретації алгоритмів навіть у межах одного закладу. Відсутність єдиної методичної бази призводить до того, що одні й ті самі клінічні ситуації моделюються по-різному, що унеможливлює об'єктивне порівняння результатів навчання [130]. У практичній площині це створює ризик, коли випускники однієї школи демонструють різний рівень готовності до типових клінічних ситуацій.

Серйозним викликом є недостатня адаптація міжнародних протоколів – алгоритми, розроблені провідними професійними асоціаціями, часто ґрунтуються на високотехнологічній інфраструктурі

та ресурсах, які не є доступними в українських умовах. Це ускладнює їх пряме застосування і вимагає розроблення проміжних рішень, які би зберігали доказовість, але були реалістичними для національної системи охорони здоров'я [142]. У результаті виникає розрив між навчанням на симуляційних кейсах, які повторюють міжнародні стандарти, та реальною клінічною практикою, де лікареві доводиться імпровізувати.

Додатковою проблемою є суперечність між алгоритмічними схемами та потребою індивідуалізованого підходу – алгоритм, за своєю суттю, задає стандартизовану послідовність дій, тоді як сучасна стоматологія вимагає врахування численних індивідуальних параметрів пацієнта – від медичних до соціальних і психологічних [135]. Це створює напруження між «жорсткою» структурою навчального сценарію та «гнучкою» реальністю клінічного випадку, коли відхід від алгоритму не є помилкою, а необхідністю.

Нерідко спостерігається й проблема перевантаження здобувачів освіти алгоритмами – велика кількість гілок рішень, що охоплюють найдрібніші варіанти перебігу хвороби, призводить до втрати цілісності клінічного мислення. У таких умовах замість формування клінічної інтуїції та логіки відбувається механічне відтворення схем, що ускладнює перехід до самостійної практики.

Ще одним бар'єром є відсутність системи перевірки ефективності самих алгоритмів – у клінічних умовах вони часто застосовуються без ретельного моніторингу результатів, а в освітніх програмах – безвалідованих інструментів оцінювання того, наскільки алгоритмічне мислення справді підвищує якість підготовки. Це веде до ризику, що алгоритмізація стає декларативним елементом навчального плану, а не дієвим механізмом покращення клінічних навичок.

Не менш важливою є проблема узгодженості алгоритмів між різними дисциплінами – у реальній практиці терапевтична

стоматологія нерозривно пов'язана з ортопедією, пародонтологією, хірургією. Відсутність інтегрованих міждисциплінарних алгоритмів призводить до фрагментарності клінічного мислення, коли здобувач освіти опановує логіку в межах однієї дисципліни, але не здатний застосувати її в комплексному випадку.

Рекомендації щодо оптимізації алгоритмів клінічного прийняття рішень у терапевтичній стоматології мають базуватися на поєднанні доказової медицини, цифрових технологій та адаптивних освітніх практик. Насамперед доцільним є інтегрування адаптивних систем підтримки клінічних рішень – вони дозволяють вбудовувати в алгоритми елементи машинного навчання, що забезпечує динамічне оновлення настанов відповідно до нових доказів і клінічних результатів. Використання таких платформ сприятиме не лише підвищенню точності рішень у реальній практиці, але й навчанню здобувачів освіти працювати із цифровими інструментами, які стають стандартом у сучасній медицині.

Необхідним кроком є розроблення уніфікованих освітніх модулів – вони мають містити типові клінічні алгоритми, але подані у форматі багатоваріантних сценаріїв, що дозволяють моделювати різні траєкторії розвитку патологічного процесу. Такі модулі сприятимуть виробленню здатності до варіативного мислення, що особливо важливо в умовах невизначеності.

Варто також посилити міждисциплінарну інтеграцію – алгоритми терапевтичної стоматології повинні бути взаємопов'язані з алгоритмами пародонтології, ортопедії, ортодонтії та хірургії. Це дозволить формувати у здобувачів освіти системне бачення клінічного випадку та запобігати фрагментарності мислення. У практичній площині така інтеграція сприятиме створенню спільних протоколів ведення складних випадків, що підвищить узгодженість дій у командній роботі.

Крім того, доцільно впроваджувати механізми алгоритмічної рефлексії – здобувачі освіти мають не лише засвоювати готові алгоритми, але й пояснювати логіку їх застосування, пропонувати можливі модифікації та аргументувати відхилення від стандартних рішень. Це дозволить перетворити алгоритмізацію з інструменту стандартизації на інструмент розвитку критичного клінічного мислення.

Нарешті, доцільним є створення системи незалежного аудиту алгоритмів – регулярний аналіз їх ефективності в реальній практиці дозволить уникнути формалізації та перетворення алгоритму на декларативний елемент навчальних програм. Такий аудит має здійснюватися на основі реєстрів клінічних випадків та освітніх результатів, що гарантуватиме постійне вдосконалення якості алгоритмізації.

Таким чином, оптимізація алгоритмів клінічного прийняття рішень повинна поєднувати цифровізацію, освітню уніфікацію, міждисциплінарність, розвиток рефлексивних навичок і створення механізмів незалежного оцінювання – лише в такому випадку алгоритмізація стане не обмеженням, а потужним засобом підвищення професійної компетентності та клінічної ефективності.

2.5. Типові OSCE-станції для оцінювання умінь з терапевтичної стоматології

Дослідження особливостей стандартизації клінічних ситуацій у форматі ОСЕ (Objective Structured Clinical Examination – OSCE) у терапевтичній стоматології є ключовим для розуміння механізмів формування об’єктивності та відтворюваності результатів оцінювання. Об’єктивно структурований клінічний іспит являє собою систему, в якій

клінічний випадок перетворюється на уніфіковану станцію з чітко регламентованим сценарієм, визначеним набором матеріалів і стандартизованими критеріями оцінювання. В умовах терапевтичної стоматології це має особливе значення, адже йдеться про багатокомпонентні завдання, що вимагають поєднання аналітичного мислення, технічної точності та здатності діяти в межах протоколів [144]. Стандартизація забезпечує рівність умов для всіх здобувачів освіти, незалежно від особливостей закладу, де вони навчаються, і створює можливість порівняння результатів як усередині однієї освітньої програми, так і між різними освітніми закладами. Таким чином, вона виконує не лише педагогічну, а й клінічну функцію: перевірка відбувається не у формі абстрактного тестування, а шляхом моделювання ситуацій, максимально наближених до реальних клінічних викликів, але поданих у регламентованому і контрольованому форматі (табл. 2.5.1).

На практиці стандартизація OSCE реалізується у вигляді комплексно організованих станцій, де здобувач освіти стикається з клінічним завданням, що подається уніфіковано для всіх учасників. Це може бути ситуація з болем у ділянці моляра, яка потребує збору анамнезу та встановлення попереднього діагнозу, або завдання, спрямоване на відпрацювання мануальних навичок, наприклад препарування каріозної порожнини, ендодонтичної обробки каналу чи проведення пародонтального скринінгу PSR на фантомі з вбудованими сенсорними модулями.

В усіх випадках оцінювання здійснюється за формалізованим чек-листом, що фіксує як правильність виконання окремих дій, так і загальну послідовність, а також за глобальною шкалою, що враховує клінічне мислення і логіку рішень (додаток А).

Таблиця 2.5.1

Елементи стандартизації клінічних ситуацій у форматі OSCE в терапевтичній стоматології

Елемент стандартизації	**Зміст**	**Значення для оцінювання**
Уніфікований сценарій	Структурований опис клінічного випадку з однаковими анамнестичними та симптоматичними даними	Забезпечує рівність умов і виключає варіативність інтерпретацій
Стандартизований пацієнт або фантом	Актор, який відтворює задані симптоми, або фантом із сенсорними модулями	Гарантує реалістичність ситуації та перевірку як комунікативних, так і технічних навичок
Чек-лист і глобальна шкала	Формалізовані критерії, що відображають правильність і послідовність дій	Підвищують об'єктивність і відтворюваність оцінювання
Регламентований час	5–10 хв на виконання завдання	Моделює стресові умови клінічного прийому та формує здатність до швидкого прийняття рішень
Уніфіковане обладнання та матеріали	Єдині інструменти й матеріали для всіх здобувачів освіти	Виключають вплив зовнішніх чинників на результати
Стандартизований зворотний зв'язок	Уніфікована структура коментарів і рекомендацій після станції	Сприяє рефлексії та вдосконаленню клінічних навичок

Джерело: сформовано на підставі [144; 145; 146]

Регламентований час дозволяє перевірити здатність діяти в умовах обмеженого ресурсу, що є типовим у реальній практиці. Використання однакового обладнання та матеріалів для всіх здобувачів освіти унеможливлює вплив зовнішніх чинників і гарантує чистоту оцінювання. Після завершення станції здобувач освіти отримує стандартизований зворотний зв'язок, який не лише вказує на помилки, але й формує здатність до самоаналізу і професійної корекції.

Інтеграцією практичного виміру цього підходу є досвід Тернопільського національного медичного університету, де у 2024 році здобувачі освіти складали OSCE у віртуальному симуляційному середовищі в межах міжнародного проєкту SAFEMED+ програми Erasmus+ KA2. Було створено уніфіковані клінічні сценарії, що включали діагностику та лікування поширених терапевтичних станів, і

забезпечено рівні умови для понад 800 учасників. Використання стандартизованих сценаріїв, регламентованого часу, єдиного інструментарію та цифрового контролю результатів дозволило досягти високого рівня об'єктивності й прозорості оцінювання, а також підвищити довіру до результатів іспиту як серед викладачів, так і серед самих здобувачів освіти [147].

Отже, стандартизація клінічних ситуацій у форматі OSCE в терапевтичній стоматології функціонує як система, що забезпечує рівність умов, прозорість і відтворюваність результатів, формує професійну готовність здобувача освіти до реальної клінічної діяльності та інтегрує освітній процес України у світові стандарти медичної підготовки.

Визначення типології OSCE-станцій у терапевтичній стоматології становить необхідну умову для створення цілісної системи оцінювання, здатної охопити всі складники професійної діяльності здобувача освіти. На відміну від класичних форм контролю, які часто обмежуються перевіркою теоретичних знань чи окремих практичних навичок, OSCE передбачає комплексний підхід, що моделює клінічні ситуації в їх багатовимірності. Це означає, що іспит не зводиться лише до тестування знань, а дозволяє оцінити когнітивний рівень – здатність аналізувати анамнез і формувати діагноз, процедурний рівень – уміння виконувати мануальні маніпуляції, а також комунікативний рівень – здатність ефективно взаємодіяти з пацієнтом. Таким чином, типологія OSCE-станцій виконує подвійну функцію: вона структурує освітній процес і робить його більш системним і прозорим, а також забезпечує перевірку інтегрованих компетентностей, без яких неможливе функціонування в реальній клінічній практиці (табл.2.5.2).

Таблиця 2.5.2

Типологія OSCE-станцій для оцінювання діагностичних і лікувальних умінь у терапевтичній стоматології

Тип станції	**Змістове наповнення**	**Мета оцінювання**
Діагностичні станції	Аналіз анамнезу, інтерпретація рентгенографії, оцінювання лабораторних чи клінічних даних	Перевірка здатності обґрунтовано формулювати попередній діагноз
Лікувально-технічні станції	Проведення практичних процедур (препарування, пломбування, ізоляція), часто на фантомах із сенсорами	Визначення точності моторної діяльності та процедуральної компетентності
Тактико-клінічні станції	Розроблення плану лікування, послідовність втручань, підбір матеріалів	Оцінення здатності інтегрувати знання для прийняття клінічно обґрунтованих рішень
Комунікативні станції	Робота зі стандартизованим пацієнтом, пояснення діагнозу чи терапії, інформування про ризики	Визначення емпатійної та професійної комунікативної компетентності здобувача освіти
Інтегровані станції	Поєднання декількох етапів (діагностика, планування, виконання втручання) в межах одного клінічного кейсу	Перевірка злагодженості клінічної діяльності та здатності діяти в умовах, максимально наближених до практики

Джерело: сформовано на підставі [148; 149; 150]

У сучасних умовах кожен тип OSCE-станцій реалізується з чіткою практичною спрямованістю. Діагностичні станції дозволяють перевірити здатність здобувача освіти інтегрувати теоретичні знання з аналізом даних – анамнезу, рентгенологічних знімків, додаткових досліджень. Тут важливим є не лише формулювання правильного діагнозу, а й логіка клінічного мислення, що відтворює процеси реального прийому. Лікувально-технічні станції моделюють практичні завдання, які здобувач освіти повинен виконати на фантомі або симуляторі – препарування каріозної порожнини, постановка пломби чи ізоляція робочого поля [150]. Оснащення таких станцій сенсорами дозволяє фіксувати якість і точність дій у цифровому форматі, що

підсилює об'єктивність оцінювання. Тактико-клінічні станції перевіряють здатність приймати раціональні рішення у складних умовах, коли необхідно обґрунтувати план лікування або визначити оптимальну послідовність утручань. У таких завданнях оцінюється не стільки мануальна майстерність, скільки стратегічне клінічне мислення. Комунікативні станції акцентують на вмінні здобувача освіти вести діалог із пацієнтом – пояснювати діагноз, доносити інформацію про ризики і переваги лікування, відповідати на запитання та формувати довіру. Інтегровані станції об'єднують усі попередні компоненти – діагностику, планування, виконання і комунікацію – в єдиному сценарії, що дозволяє оцінити повноту професійної готовності.

Практичне втілення такої типології підтверджується на прикладі Одеського національного медичного університету, де OSCE з терапевтичної стоматології організовано саме на основі поєднання різних типів станцій. В університеті було інтегровано діагностичні завдання, що передбачають роботу з клінічними даними та знімками, практичні станції з мануальними маніпуляціями, а також комунікативні сценарії зі стандартизованими пацієнтами. Таким чином, іспит формує повноцінну картину компетентностей здобувача освіти та дозволяє оцінити не лише рівень його знань чи навичок, але й здатність діяти в багатофакторному клінічному середовищі. Подібний досвід демонструє адаптацію української стоматологічної освіти до міжнародних стандартів і підтверджує, що OSCE може слугувати ефективним механізмом гармонізації освітніх програм із практичними потребами охорони здоров'я [151].

Домірне оцінювання у форматі OSCE в терапевтичній стоматології потребує доказового обґрунтування надійності та валідності, адже лише за умови стабільності результатів і відповідності інструментів заявленим компетентностям підсумок іспиту відображає реальну професійну готовність здобувача освіти. Надійність у цьому

контексті означає узгодженість оцінок різними екзаменаторами та стабільність результатів у межах єдиної структури станцій – внутрішню цілісність іспиту. Валідність визначає відповідність змісту завдань освітній програмі та професійним стандартам, здатність іспиту вимірювати саме ті конструкти, що задекларовані, і, зрештою, прогнозувати успіх клінічної діяльності. У сучасних підходах до оцінювання в стоматологічній освіті ці параметри не розглядаються відокремлено – вони вибудовують єдину методологічну рамку, в якій поєднуються стандартизовані критерії, уніфіковані сценарії, калібровані оцінювачі та цифрові індикатори процесу виконання завдання, що забезпечує відтворюваність і практичну значущість результатів іспиту. Узагальнення останніх публікацій у стоматологічній та міждисциплінарній освіті підтверджує, що внесок у надійність дають не лише чек-листи й глобальні шкали, а й процедурні рішення – модерація оцінювачів за відеозаписами, електронні журнали оцінювання, регламент часу й матеріалів, а також формально закріплена відповідність сценаріїв державним і університетським положенням про об'єктивно структурований клінічний іспит (ОСКІ), що прямо пов'язує іспит із навчальною програмою і професійними стандартами, зокрема в українських закладах вищої освіти (табл.2.5.3).

У практичній реалізації міжекзаменаторська надійність забезпечується використанням стандартизованих чек-листів, глобальних оціночних шкал і модерацією експертів за відеозаписами. Дослідження, опубліковане в BMC Medical Education, засвідчило, що впровадження повторного перегляду відеоматеріалів і калібрування оцінювачів суттєво підвищує рівень узгодженості результатів, роблячи іспит більш надійним [154]. Внутрішня узгодженість підтверджується даними щодо віртуальних і гібридних форматів OSCE, де показник Cronbach's α перевищував 0,8, що свідчить про стабільність і цілісність структури іспиту навіть за різних умов його проведення [155].

Таблиця 2.5.3

Критерії надійності та валідності інструментів оцінювання у форматі OSCE

Критерій	**Характеристика**	**Значення для ефективності оцінювання**
Міжекзаменаторська надійність (inter-raterreliability)	Узгодженість результатів між різними екзаменаторами	Забезпечує об'єктивність і виключає залежність від особистих уподобань оцінювача
Внутрішня узгодженість (Cronbach'salpha)	Показник стабільності та цілісності інструментів оцінювання	Відображає єдність критеріїв та послідовність вимог
Контентна валідність	Відповідність завдань станцій навчальній програмі та професійним компетентностям	Гарантує, що оцінюється саме те, чого навчають
Конструктна валідність	Перевірка того, що інструмент дійсно вимірює заявлену компетентність	Підтверджує педагогічну й наукову коректність OSCE
Предиктивна валідність	Здатність результатів OSCE передбачати успіх у подальшій клінічній практиці	Підтверджує практичну значущість іспиту

Джерело: сформовано на підставі [152; 153]

Контентна валідність забезпечується вирівнюванням сценаріїв станцій з освітніми програмами та професійними стандартами. У положеннях ЛНМУ ім. Данила Галицького прямо зафіксовано відповідність OSCE державним вимогам та освітнім програмам, що гарантує перевірку саме тих компетентностей, які є предметом підготовки [156; 157]. Конструктну валідність доведено в сучасних оглядах, де показано, що належно спроєктовані станції коректно відрізняють рівні підготовки здобувачів освіти, вимірюють клінічне мислення, комунікативні та мануальні навички [158; 159].

Важливим показником є предиктивна валідність. Дослідження у Франції показало, що результати OSCE корелюють із подальшою ефективністю клінічної діяльності здобувачів освіти [160]. Подібні висновки підтверджені й у роботі, опублікованій у PLOS ONE, де встановлено зв'язок між результатами OSCE та успіхами на клінічній практиці [161]. Це свідчить, що OSCE у стоматології виконує не лише

функцію контролю знань і навичок, але й роль прогностичного індикатора професійної готовності.

Таким чином, практична перевірка критеріїв надійності та валідності доводить, що OSCE є науково підтвердженим методом оцінювання, який об'єктивно відображає рівень підготовки здобувача освіти і забезпечує його готовність до подальшої клінічної діяльності.

Аналіз проблемних аспектів упровадження OSCE в стоматологічну освіту України вказує на наявність низки викликів, які виходять за межі традиційних проблем матеріального та кадрового характеру. На сучасному етапі сама ідея об'єктивного структурованого клінічного іспиту вже інтегрована у вітчизняну практику, однак якість її реалізації визначається здатністю освітніх закладів забезпечити належний рівень методичної, правової та організаційної підтримки. Найбільшою проблемою постає відсутність єдиного національного кейс-банку, що призводить до створення сценаріїв окремо кожним закладом без їх уніфікації. Це породжує фрагментарність, не дозволяє порівнювати результати між університетами і знижує можливості стандартизації оцінювання.

Другим суттєвим обмеженням є використання OSCE переважно у форматі підсумкового іспиту, тоді як міжнародна практика доводить ефективність проміжних сесій для формувального оцінювання [146]. В українських умовах така практика розвинена слабо, що обмежує діагностичний потенціал і позбавляє здобувачів освіти можливості системно відслідковувати динаміку розвитку клінічних компетентностей упродовж навчання. Додаткову складність створює правова невизначеність у питанні відеофіксації іспитів. Використання відеозаписів як засобу підвищення об'єктивності та можливості повторної модерації поки що не врегульовано нормативно, відсутні чіткі вимоги до збереження, анонімізації та оброблення даних. Це

стримує впровадження одного з найрезультативніших методів підвищення міжекзаменаторської надійності [148].

Значним бар'єром залишається також психологічний чинник, адже високий рівень стресу, зумовлений новизною іспиту і його структурованістю, часто не супроводжується адекватною підготовкою здобувачів освіти до таких умов. У результаті OSCE частково вимірює не стільки клінічну компетентність, скільки здатність працювати під тиском [150]. Відсутність спеціальних тренінгів зі зниження тривожності й підготовки до симуляційних іспитів створює ризик спотворення результатів і зниження їх валідності [144].

Оптимізація застосування OSCE в підготовці майбутніх стоматологів передбачає формування цілісної системи, що поєднує уніфікацію стандартів, удосконалення методичного супроводу та розвиток інноваційних форм організації оцінювання. Одним із важливих напрямів є інтеграція OSCE в освітній процес не лише як підсумкової форми контролю, але й як інструмента формувального оцінювання, що дозволяє відстежувати динаміку розвитку клінічних компетентностей здобувача освіти впродовж навчання. Це забезпечує своєчасне виявлення прогалин у знаннях і навичках та створює умови для корекції освітньої траєкторії.

Важливою умовою підвищення якості оцінювання є створення узгоджених міжуніверситетських кейс-банків, які включають стандартизовані сценарії з терапевтичної стоматології, що відповідають міжнародним протоколам і національним освітнім вимогам. Наявність таких банків сприятиме гармонізації завдань між закладами вищої освіти, забезпечить порівнянність результатів і підвищить прозорість системи оцінювання.

Значний потенціал має вдосконалення підготовки екзаменаторів. Запровадження програм калібрування, сертифікації та регулярної модерації дозволить знизити варіативність оцінок і підвищити

міжекзаменаторську надійність, що є необхідною умовою об'єктивності результатів. Не менш суттєвим напрямом є вдосконалення інфраструктури проведення іспиту. Використання сучасних симуляторів із сенсорами, систем відеофіксації та електронних журналів оцінювання дає можливість отримувати кількісні показники виконання завдань, що мінімізує суб'єктивність і створює умови для освітньої аналітики. Доцільним є також нормативне врегулювання застосування цифрових інструментів у процесі OSCE, зокрема питань збереження та анонімізації відеозаписів, що підвищить довіру до результатів і дозволить використовувати відеоматеріали в навчальних цілях. Важливим є інтегрування психологічної підготовки здобувачів освіти до умов OSCE, спрямованої на формування стресостійкості й готовності діяти у високонавантажених сценаріях, щоб мінімізувати ризик викривлення результатів через емоційні чинники.

Усі зазначені заходи в сукупності здатні трансформувати OSCE із формального іспиту в багатофункціональний інструмент, що не лише контролює рівень знань і навичок, але й сприяє їх системному розвитку та гармонізації національної стоматологічної освіти з міжнародними стандартами.

Висновки до розділу 2

Симуляційне навчання в терапевтичній стоматології демонструє здатність відтворювати клінічні процеси з високим рівнем реалістичності та контрольованості. Використання клінічних сценаріїв дозволяє відпрацювати повну динаміку розвитку стоматологічних захворювань від збору анамнезу до вибору плану лікування. Такий підхід формує інтеграцію когнітивних, моторних і комунікативних умінь та створює умови для розвитку цілісного клінічного мислення.

Моделювання діагностики карієсу, пульпіту, періодонтиту, захворювань пародонту та слизової оболонки порожнини рота (СОПР) доводить ефективність симуляційних методик у відпрацюванні диференційних алгоритмів. Використання контрольованих умов дає змогу зіставляти дані клінічного огляду з результатами діагностичних тестів, мінімізувати ймовірність помилок та закріплювати здатність до коректної інтерпретації симптомів.

Фантоми та віртуальні тренажери забезпечують відтворюваність і стандартизацію технік препарування та пломбування. Поєднання фізичних моделей і цифрових модулів дозволяє формувати точність моторики, контролювати параметри втручань і дотримання принципів мінімальної інвазивності та безпеки.

Алгоритми клінічного прийняття рішень у симуляційному середовищі сприяють інтеграції доказової бази та протоколів лікування в освітній процес. Вони забезпечують розвиток здатності поєднувати клінічні та параклінічні дані, прогнозувати перебіг захворювань і стратегічно планувати терапію з огляду на довгострокові наслідки.

OSCE-станції підтверджують ефективність стандартизованого підходу до оцінювання професійних компетентностей. Використання чек-листів у поєднанні з глобальними шкалами дозволяє забезпечити точність у вимірюванні виконання технічних дій і водночас оцінювати клінічну логіку, комунікаційні вміння та професійну поведінку. Такий формат робить результати порівнюваними, сприяє уніфікації освітніх стандартів і гармонізує національну систему підготовки стоматологів із міжнародними вимогами.

Список використаних джерел до розділу 2

93. Joda T., Zitzmann N. U. Personalized workflows in reconstructive dentistry–current possibilities and future opportunities. *Clinical Oral Investigations*.

2022. Vol. 26. P. 4283–4290. URL: https://doi.org/10.1007/s00784-022-04475-0 (date of access: 29.09.2025).

94. Савчук О. Розробка клінічних інноваційних технологій та їх впровадження в стоматологічну практику. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2023. Вип. 2, № 9. С. 32–40. DOI: https://doi.org/10.32689/2663-0672-2022-2-6

95. Management strategies for adult patients with dental anxiety in the dental clinic: A Systematic Review / B. Hoffmann et al. *Australian Dental Journal*. 2022. Vol. 67. P. S3-S13. URL: https://doi.org/10.1111/adj.12926 (date of access: 29.09.2025).

96. Global Scenario of Teledentistry during COVID-19 Pandemic: An Insight / G. Kumar et al. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2021. Vol. 14, no. 3. P. 426–429. URL: https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1952 (date of access: 29.09.2025).

97. Goodson J. M. Dental applications. In: Medical applications of controlled release. Boca Raton : CRC Press, 2019. P. 115–138. URL: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429276620-6/dental-applications-max-goodson (date of access: 25.09.2025).

98. do Nascimento C. F., Warmling C. M. Service-Learning in Undergraduate Dental Education: Professional Competence for Clinical Decision-Making. *European Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 25, № 1. P. 191–198. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12590 (date of access: 29.09.2025).

99. Chiappelli F. Evidence-Based Dentistry: Two Decades and Beyond. *Journal of Evidence Based Dental Practice*. 2019. Vol. 19, no. 1. P. 7–16. URL: https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2018.05.001 (date of access: 29.09.2025).

100. Bird D. L., Robinson D. S. Modern dental assisting. Elsevier Health Sciences: e-book, 2020. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=qKLWDwAAQBAJ (date of access: 29.09.2025).

101. Imran E., Adanir N., Khurshid Z. Significance of Haptic and Virtual Reality Simulation (VRS) in the Dental Education: A Review of Literature. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, no. 21. P. 10196. URL: https://doi.org/10.3390/app112110196 (date of access: 29.09.2025).

102. Desirable clinical settings in general dentistry: moving towards the improvement of the educational program / B. Houshmand et al. *BMC Medical*

Education. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-05951-9 (date of access: 29.09.2025).

103. Dental Tissue-Derived Human Mesenchymal Stem Cells and Their Potential in Therapeutic Application / L. Gan et al. *Stem Cells International*. 2020. Vol. 2020. URL: https://doi.org/10.1155/2020/8864572 (date of access: 29.09.2025).

104. Aly R. M. Current state of stem cell-based therapies: an overview. *Stem Cell Investigation*. 2020. Vol. 7. P. 8. URL: https://doi.org/10.21037/sci-2020-001 (date of access: 29.09.2025).

105. Effectiveness of diagnosing pulpitis: A systematic review / D. Donnermeyer et al. *International Endodontic Journal*. 2023. Vol. 56. P. 296–325. URL: https://doi.org/10.1111/iej.13762 (date of access: 29.09.2025).

106. Artificial intelligence in digital cariology: a new tool for the diagnosis of deep caries and pulpitis using convolutional neural networks / L. Zheng et al. *Annals of Translational Medicine*. 2021. Vol. 9, no. 9. P. 763. URL: https://doi.org/10.21037/atm-21-119 (date of access: 29.09.2025).

107. Radiographic biomarkers on grayscale gradient transition zone improve differentiation of deep caries/reversible pulpitis and chronic pulpitis through diagnostic model analysis / Y. Liu et al. *Oral Radiology*. 2025. Vol. 41, № 2. P. 197–206. URL: https://doi.org/10.1007/s11282-024-00792-0 (date of access: 29.09.2025).

108. Artificial intelligence for caries and periapical periodontitis detection / S. Li et al. *Journal of Dentistry*. 2022. Vol. 122. Article 104107. URL: https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104107 (date of access: 29.09.2025).

109. Relationship between the difference in electric pulp test values and the diagnostic type of pulpitis / H. Sui et al. *BMC Oral Health*. Vol. 21. Article 339. 2021. URL: https://doi.org/10.1186/s12903-021-01696-9 (date of access: 29.09.2025).

110. Development of Rat Caries-Induced Pulpitis Model for Vital Pulp Therapy / H. Huang et al. *Journal of Dental Research*. 2023. Vol. 102, № 5. P. 574–582. URL: https://doi.org/10.1177/00220345221150383 (date of access: 29.09.2025).

111. Clinical validation of a proposed diagnostic classification for pulpitis / R. N. Karrar et al. *International Endodontic Journal*. 2025. Vol. 58, iss. 8. P. 1158-1171. URL: https://doi.org/10.1111/iej.14254 (date of access: 29.09.2025).

112. Zheng J., Yin B., Bao P. Construction of a predictive model for the transition from irreversible pulpitis to periodontal-involved disease. *Odontology*. 2025. Vol. 113. P. 1296–1306. URL: https://doi.org/10.1007/s10266-025-01061-0 (date of access: 29.09.2025).

113. The role of NF-kappaB in the inflammatory processes related to dental caries, pulpitis, apical periodontitis, and periodontitis–a narrative review / Z. Chen et al. *PeerJ*. 2024. Vol. 12. P. e17953. URL: https://doi.org/10.7717/peerj.17953 (date of access: 29.09.2025).

114. Prediction and validation of microbial community function from normal pulp to pulpitis caused by deep dentinal caries / Y. Liu et al. *International Endodontic Journal*. 2023. Vol. 56, № 5. P. 608–621. URL: https://doi.org/10.1111/iej.13890 (date of access: 29.09.2025).

115. An Emulation Model Combining Caries and Periodontitis Risk Assessment With Student Performance Report: An Exploratory Project / D. Johnsen et al. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2025. Vol. 11, no. 3. URL: https://doi.org/10.1002/cre2.70135 (date of access: 29.09.2025).

116. Relationship between Clinical Symptoms and the Microbiota in Advanced Caries / C. Sun et al. *Journal of Endodontics*. 2020. Vol. 46, no. 6. P. 763–770. URL: https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.02.011 (date of access: 29.09.2025).

117. Efficacy of Virtual Preparation Simulators Compared to Traditional Preparations on Phantom Heads / L. Stoilov et al. *Dentistry Journal*. 2024. Vol. 12, no. 8. P. 259. URL: https://doi.org/10.3390/dj12080259 (date of access: 29.09.2025).

118. Virtual Reality vs Phantom Model: Benefits and Drawbacks of Simulation Training in Neurosurgery / A. Amini et al. *Operative Neurosurgery*. 2024. Vol. 27, № 5. P. 618–631. URL: https://doi.org/10.1227/ons.0000000000001167 (date of access: 29.09.2025).

119. The application of a virtual rubber dam isolation training system in dental preclinical education / L. Li et al. *Heliyon*. 2024. Vol. 10, no. 14. P. e34728. URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34728 (date of access: 29.09.2025).

120. Wei Y., Peng Z. Application of Simodont virtual simulation system for preclinical teaching of access and coronal cavity preparation. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, no. 12. P. e0315732. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315732 (date of access: 29.09.2025).

121. A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education / A. Towers et al. *British Dental Journal*. 2019. Vol. 226, no. 5. P. 358–366. URL: https://doi.org/10.1038/s41415-019-0041-0 (date of access: 29.09.2025).

122. Augmented Reality and Virtual Reality in Dentistry: Highlights from the Current Research / S. Fahim et al. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 8. P. 3719. URL: https://doi.org/10.3390/app12083719 (date of access: 29.09.2025).

123. Effectiveness of haptic feedback devices in preclinical training of dental students–a systematic review / S. Patil et al. *BMC Oral Health*. 2023. Vol. 23, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12903-023-03410-3 (date of access: 29.09.2025).

124. Valladares A., Beyer T., Rausch I. Physical imaging phantoms for simulation of tumor heterogeneity in PET, CT, and MRI: An overview of existing designs. *Medical Physics*. 2020. Vol. 47, no. 4. P. 2023–2037. URL: https://doi.org/10.1002/mp.14045 (date of access: 29.09.2025).

125. Comparison of attitudes towards persons with dementia, knowledge of dementia and ageism amongst students in Taiwan and Japan: A cross-sectional study / S. Akifusa et al. *European Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 24, no. 2. P. 301–309. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12498 (date of access: 29.09.2025).

126. SDMentor: A virtual reality-based intelligent tutoring system for surgical decision making in dentistry / N. Vannaprathip et al. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2025. Vol. 162. P. 103092. URL: https://doi.org/10.1016/j.artmed.2025.103092 (date of access: 29.09.2025).

127. Reviewing Simulation Technology: Implications for Workplace Training / D. R. Sanchez et al. *Multimodal Technologies and Interaction*. 2023. Vol. 7, no. 5. P. 50. URL: https://doi.org/10.3390/mti7050050 (date of access: 29.09.2025).

128. Daud A., Matoug-Elwerfelli M., Khalid A., et al. The impact of virtual reality haptic simulators in pre-clinical restorative dentistry: a qualitative enquiry into dental students' perceptions. *BMC Oral Health*. 2024. Vol. 24. Art. 988. URL: https://doi.org/10.1186/s12903-024-04704-w (date of access: 29.09.2025).

129. Semerci Z. M., Yardımcı S. Empowering Modern Dentistry: The Impact of Artificial Intelligence on Patient Care and Clinical Decision Making. *Diagnostics*. 2024. Vol. 14, no. 12. P. 1260. URL: https://doi.org/10.3390/diagnostics14121260 (date of access: 29.09.2025).

130. Clinical decision support model for tooth extraction therapy derived from electronic dental records / Q. Cui et al. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021. Vol. 126, № 1. P. 83–90. URL: https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.04.010 (date of access: 29.09.2025).

131. Determinants of Clinical Decision Making under Uncertainty in Dentistry: A Scoping Review / A. I. K. Murdoch et al. *Diagnostics*. 2023. Vol. 13, no. 6. P. 1076. URL: https://doi.org/10.3390/diagnostics13061076 (date of access: 29.09.2025).

132. Tonetti M. S., Sanz M. Implementation of the new classification of periodontal diseases: Decision-making algorithms for clinical practice and

education. *Journal of Clinical Periodontology*. 2019. Vol. 46, no. 4. P. 398–405. URL: https://doi.org/10.1111/jcpe.13104 (date of access: 29.09.2025).

133. S3-level clinical practice guidelines on the treatment of pulpal and apical disease. European Society of Endodontology. 2023. URL: https://www.e-s-e.eu/for-professionals/resources-for-clinicians/ (date of access: 29.09.2025).

134. Клінічна настанова, заснована на доказах «Карієс зубів» (КН 2024-869). Державний експертний центр МОЗ України, 2024. URL: https://www.dec.gov.ua/mtd/kariyes-zubiv/ (дата звернення: 12.08.2025).

135. Sayed M., Jurado C., Tsujimoto A. Factors Affecting Clinical Decision-Making and Treatment Planning Strategies for Tooth Retention or Extraction: An Exploratory Review. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2020. Vol. 23, no. 12. P. 1629-1638. URL: https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_649_19 (date of access: 29.09.2025).

136. Felgner S., Dreger M., Henschke C. Reasons for (not) choosing dental treatments–A qualitative study based on patients' perspective. *PLOS ONE*. 2022. Vol. 17, no. 5. P. e0267656. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267656 (date of access: 30.09.2025).

137.Prosthetic failures in dental implant therapy / I. Sailer et al. *Periodontology 2000*. 2022. Vol. 88, no. 1. P. 130–144. URL: https://doi.org/10.1111/prd.12416 (date of access: 30.09.2025).

138. Shan T., Tay F. R., Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *Journal of Dental Research*. 2021. Vol. 100, № 3. P. 232–244. URL: https://doi.org/10.1177/0022034520969115 (date of access: 30.09.2025).

139. Zadik Y. Reflections on Clinical Decision-Making in Contemporary Dental Practice. *JAMA Internal Medicine*. 2024. Vol. 184, № 7. P. 714–715. URL: https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2024.0291 (date of access: 30.09.2025).

140. Reframing Perceptions in Restorative Dentistry: Evidence-Based Dentistry and Clinical Decision-Making / A. A. Al-Asmar et al. *International Journal of Dentistry*. 2021. Vol. 2021. Vol. 2021, № 1. Article 4871385. URL: https://doi.org/10.1155/2021/4871385 (date of access: 30.09.2025).

141.Vital pulp therapy–Factors influencing decision-making for permanent mature teeth with irreversible pulpitis: A systematic review / Y. Alfaisal et al. *International Endodontic Journal*. 2024. Vol. 57, № 5. P. 505–519.. URL: https://doi.org/10.1111/iej.14036 (date of access: 30.09.2025).

142. Stefanac S. J., & Nesbit S. P. Diagnosis and Treatment Planning in Dentistry-E-Book: Diagnosis and Treatment Planning in Dentistry-E-Book. Elsevier Health Sciences. 2023. 480 p. URL: https://surl.li/zclfdb (date of access: 30.09.2025).

143. Clinical decision-making and importance of the AAE/AAOMR position statement for CBCT examination in endodontic cases / M. Bhatt et al. *International Endodontic Journal*. 2020. Vol. 54, no. 1. P. 26–37. URL: https://doi.org/10.1111/iej.13397 (date of access: 30.09.2025).

144. The Objective Structured Clinical Examination (OSCE) in Periodontology with Simulated Patient: The Most Realistic Approach to Clinical Practice in Dentistry / G. Cidoncha et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20, no. 3. Article 2661. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph20032661 (date of access: 30.09.2025).

145. Ziebert A. J., Waldschmidt D. M. The Dental Licensure OSCE: A Modern Licensure Examination for Dentistry. *Journal of the California Dental Association*. 2020. Vol. 48, no. 7. P. 331–337. URL: https://doi.org/10.1080/19424396.2020.12222793 (date of access: 30.09.2025).

146. Waghmare T. K. S., Waghmare L. S. Evolution of Objective Structured Clinical Examination- Actual to Virtual. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2021. URL: https://doi.org/10.7860/jcdr/2020/46288.14593 (date of access: 30.09.2025).

147. Студенти ТНМУ склали ОСКІ. *Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського: вебсайт*. 2023. URL: https://www.tdmu.edu.ua/blog/2024/04/29/studenty-tnmu-sklaly-oski/ (дата звернення: 12.08.2025).

148. Comparison of dental student OSCE evaluations by standardized patients and attending dentists / A. Saiz Rodríguez et al. *Educación Médica*. 2025. Vol. 26, no. 5. Article 101086. URL: https://doi.org/10.1016/j.edumed.2025.101086 (date of access: 30.09.2025).

149. Krusen N. E., Rollins D. Design of an OSCE to Assess Clinical Competence of Occupational Therapy Students. *Journal of Occupational Therapy Education*. 2019. Vol. 3, no. 1. Article 11. URL: https://doi.org/10.26681/jote.2019.030111 (date of access: 30.09.2025).

150. Perceptions of students, professors, and simulated patients with a periodontology OSCE station in dentistry / G. Cidoncha et al. *Educación Médica*. 2025.

Vol. 26, no. 4. Article 101047. URL: https://doi.org/10.1016/j.edumed.2025.101047 (date of access: 30.09.2025).

151. Проєкт положення про порядок проведення об'єктивного структурованого клінічного іспиту (ОСКІ-2) на стоматологічному факультеті Одеського національного медичного університету. Одеський національний медичний університет: вебсайт. 2021. URL: https://onmedu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/02/Proiekt-Polozhenie-pro-OSKI-stomatologi-2021.pdf (дата звернення: 12.08.2025).

152. Assessment methods and the validity and reliability of measurement tools in online objective structured clinical examinations: a systematic scoping review / J. Z. Felthun et al. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*. 2021. Vol. 18. P. 11. URL: https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.11 (date of access: 30.09.2025).

153. Rawlings M. A., Johnson B. J. Reliability and Validity of OSCE for Assessment of BSW Competency: Lessons Learned. *Journal of Baccalaureate Social Work*. 2019. Vol. 24, no. 1. P. 229–248. URL: https://doi.org/10.18084/1084-7219.24.1.229 (date of access: 30.09.2025).

154. Watari T., Koyama S., Kato Y., Paku Y., Kanada Y., Sakurai H. Effect of moderation on rubric criteria for inter-rater reliability in an objective structured clinical examination with real patients. *Fujita medical journal*. 2022. Vol. 8, № 3. P. 83–87. URL: https://doi.org/10.20407/fmj.2021-010 (date of access: 30.09.2025).

155. Virtual and Interprofessional Objective Structured Clinical Examination in Dentistry and Dental Technology: Development and User Evaluations / M. Pang et al. *JMIR Formative Research*. 2024. Vol. 8. P. e44653. URL: https://doi.org/10.2196/44653 (date of access: 30.09.2025).

156. Регламент проведення Об'єктивного структурованого практично-клінічного іспиту для випускників стоматологічного факультету 2024 року. ЛНМУ ім. Данила Галицького: вебсайт. 2024. URL: https://surl.li/qwcfmw (дата звернення: 12.08.2025).

157. Положення про організацію і порядок проведення ОСКІ. ЛНМУ ім. Данила Галицького: вебсайт. 2023. URL: https://surl.li/xzeogf (дата звернення: 25.08.2025).

158. Rayyan M. R. The use of objective structured clinical examination in dental education- a narrative review. *Frontiers in Oral Health*. 2024. Vol. 5. URL: https://doi.org/10.3389/froh.2024.1336677 (date of access: 29.09.2025).

159. Application of objective structured clinical examination (OSCE) for the evaluation of Kampo medicine training / M. Amitani et al. *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-022-03264-3 (date of access: 29.09.2025).

160. eOSCE stations live versus remote evaluation and scores variability / D. Bouzid et al. *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-022-03919-1 (date of access: 29.09.2025).

161. Relationships between objective structured clinical examination, computer-based testing, and clinical clerkship performance in Japanese medical students / N. Komasawa et al. *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, no. 3. P. e0230792. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230792 (date of access: 29.09.2025).

РОЗДІЛ 3

ОЦІНЮВАННЯ КЛІНІЧНИХ НАВИЧОК І ЕФЕКТИВНОСТІ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

3.1. Методи формативного та сумативного оцінювання клінічної готовності

Формативне та сумативне оцінювання у симуляційній стоматологічній освіті – це два взаємопов'язані механізми контролю та розвитку клінічної готовності, які відрізняються за метою, часовими рамками та педагогічним значенням. Формативне оцінювання розглядається як процес постійного супроводу здобувача освіти, під час якого викладач або симуляційна система надають зворотний зв'язок безпосередньо під час виконання навчальних завдань [162]. Воно не лише демонструє рівень виконання маніпуляції, а й допомагає усвідомити допущені помилки, вчасно внести корективи та сформувати навички самоконтролю. Особливу роль у цьому процесі відіграють цифрові сенсорні технології, що дають змогу реєструвати точність рухів, силу натиску інструментів, час виконання окремих етапів. Натомість сумативне (підсумкове) оцінювання спрямоване на визначення кінцевого результату освітнього процесу, тобто воно показує, чи досяг здобувач освіти встановленого рівня клінічної компетентності та готовий до роботи в умовах реальної практики. Цей підхід зазвичай інтегрується у форматі підсумкових екзаменів, стандартизованих завдань або комплексних симуляцій, де результат

уже не підлягає корекції, а є підставою для сертифікації та прийняття рішень про подальший допуск до пацієнта (табл. 3.1.1).

У сучасній практиці формативне оцінювання в Україні дедалі частіше впроваджується через симуляційні центри, де використання чек-листів поєднується з аналізом відеозаписів та автоматизованими сенсорними платформами. Наприклад, під час тренінгу з препарування каріозної порожнини викладач застосовує цифровий симулятор, що фіксує надмірний тиск на тканини зуба й попереджає здобувача освіти про ризик пошкодження. Після цього здобувач освіти отримує детальний звіт і рекомендації, що дає змогу не лише уникнути повторення помилки, а й усвідомити клінічні наслідки невірних дій.

Таблиця 3.1.1

Порівняльна характеристика формативного та сумативного оцінювання у симуляційній стоматологічній освіті

Ознака	**Формативне оцінювання**	**Сумативне оцінювання**
Орієнтація	Процес навчання	Результат навчання
Основна мета	Надати зворотний зв'язок, скоригувати дії	Встановити рівень клінічної готовності
Час проведення	Під час виконання завдань	Після завершення навчального модуля чи курсу
Інструменти	Чек-листи, рубрики, відеоаналіз, сенсорні метрики	Підсумкові тести, стандартизовані клінічні завдання, комплексні симуляційні модулі
Результат для здобувача	Розуміння власних сильних і слабких сторін, корекція навичок	Сертифікація рівня готовності, допуск до подальшої клінічної практики

Джерело: сформовано на підставі [162; 163; 164].

Інший приклад стосується роботи з фантомами в навчально-клінічному центрі. Так, відеоаналіз маніпуляції надає можливість під час колективного розбору показати правильні та неправильні рухи, що створює середовище для розвитку критичного мислення та професійної дискусії.

Натомість сумативне оцінювання застосовується на завершальних етапах підготовки і має сертифікаційний характер. У багатьох українських університетах воно проводиться у формі комплексного практичного іспиту, коли здобувач освіти має в симуляційних умовах виконати повний алгоритм лікування – від діагностики до пломбування чи протезування [165]. У цьому випадку важливим є не процес виконання, а кінцевий результат – точність форми порожнини, відповідність реставрації клінічним стандартам, якість контактів із «пацієнтом» або стандартизованим фантомом. Практична користь сумативного оцінювання полягає в тому, що воно дає змогу зіставити досягнутий рівень підготовки з міжнародними вимогами та гарантувати пацієнтові безпеку під час подальшої клінічної роботи здобувача освіти.

Отже, у сучасній стоматологічній освіті ефективність системи оцінювання полягає в збалансуванні між формативним і сумативним підходами. Формативне оцінювання створює умови для поступового навчального зростання, тоді як сумативне – забезпечує незалежну перевірку результатів та їхню відповідність професійним стандартам. У поєднанні вони утворюють цілісну педагогічну модель, що забезпечує не лише контроль знань і навичок, а й сприяє реальному формуванню клінічної готовності здобувача освіти, здатного відповідати викликам сучасної стоматологічної практики. Формативне оцінювання в симуляційному середовищі нині розглядається як багаторівневий процес, що поєднує педагогічні спостереження, цифрові технології та стандартизовані критерії, що спрямовані на відстеження поступу здобувача освіти. Його особливість полягає в тому, що воно відбувається у безпечному навчальному середовищі, яке дає змогу здійснювати багаторазове повторення маніпуляцій та їх системний аналіз. На відміну від сумативного оцінювання, що фіксує кінцевий результат, формативний підхід забезпечує гнучке коригування процесу

підготовки, стимулює розвиток рефлексії та навичок самоконтролю. Важливо, що застосування інструментів формативного оцінювання охоплює різні компоненти клінічної діяльності – від моторної точності до комунікативних стратегій взаємодії з пацієнтом, що наближує симуляційне середовище до реальної клінічної практики (табл. 3.1.2).

Таблиця 3.1.2

Ключові інструменти формативного оцінювання в симуляційному середовищі

Інструмент	**Характеристика**	**Приклади застосування**
Рубрики	Стандартизовані критерії з описом рівнів виконання завдань	Глобальні та аналітичні рубрики для оцінки препарування каріозної порожнини чи моделювання оклюзії
Контрольні карти	Покрокова фіксація правильності виконання маніпуляції	Карти DOPS (Direct Observation of Procedural Skills – безпосереднє спостереження за виконанням процедур) для перевірки послідовності введення ін'єкційної анестезії
Інтерактивні платформи з автоматичним збором даних	Цифрові системи, що реєструють силу натиску, траєкторію рухів, час виконання	Simodont Dental Trainer, Moog Simodont – для контролю стабільності роботи інструментів
Кількісні метрики точності	Об'єктивні показники похибки в міліметрах або відсотках	Аналіз геометрії порожнини при пломбуванні з використанням CAD/CAM-сканування (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing – комп'ютерне проєктування та виготовлення)
Кількісні метрики швидкості	Час виконання завдання та ритм роботи	Вимірювання темпу в процесі професійної гігієни ротової порожнини чи ультразвукового скейлінгу

Джерело: сформовано на підставі [165; 166; 167; 168].

У сучасних симуляційних центрах формативне оцінювання ґрунтується на комбінованому використанні зазначених інструментів. Рубрики є універсальним засобом стандартизації, адже вони дають змогу оцінити як загальний рівень виконання завдання (глобальні

рубрики), так і конкретні технічні параметри – глибину препарування, плавність контурів, контроль вологи під час ізоляції робочого поля (аналітичні рубрики). Завдяки цьому здобувач освіти отримує структурований зворотний зв'язок, що вказує не лише на помилки, а й на шляхи їх виправлення.

Контрольні карти у форматі DOPS (Direct Observation of Procedural Skills – безпосереднє спостереження за виконанням процедур) широко застосовуються в процесі оцінювання покрокових маніпуляцій [166]. Наприклад, під час відпрацювання техніки інфільтраційної анестезії викладач фіксує, чи правильно здобувач освіти обрав точку введення голки, чи дотримався кута проникнення та чи коректно провів аспіраційну пробу. Це дає змогу оцінювати не лише кінцевий результат – відсутність больових відчуттів під час процедури, а й дотримання всього алгоритму, що безпосередньо впливає на безпеку пацієнта.

Інтерактивні цифрові платформи, зокрема Simodont Dental Trainer? стали ключовим елементом цифрової трансформації формативного оцінювання. Вони дають змогу в режимі реального часу фіксувати траєкторію рухів інструмента, силу тиску на тканини та навіть мікровібрації руки. Наприклад, під час препарування емалево-дентинної межі симулятор може сигналізувати про надмірне зняття тканини, що в клініці призвело б до ускладнень. Автоматичні звіти зберігаються в електронному портфоліо здобувача освіти, що надає можливість простежувати динаміку вдосконалення навичок упродовж курсу.

Кількісні метрики точності та швидкості додають об'єктивності оцінюванню та забезпечують цифрову верифікацію. Використання CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing – комп'ютерне проєктування та виготовлення) сканерів дає змогу зіставити форму створеної порожнини з еталонною моделлю і визначити відхилення з точністю до десятих міліметра [168]. Це

особливо важливо для формування естетичних реставрацій чи ортопедичних конструкцій. Аналогічно, вимірювання швидкості виконання процедур допомагає балансувати між ефективністю та якістю: надто швидке виконання професійної гігієни може призвести до травмування ясен, тоді як надмірно повільне – до зниження продуктивності роботи та стомлюваності пацієнта.

Таким чином, формативне оцінювання в симуляційному середовищі постає як інтегрована цифрово-педагогічна система. Використання рубрик, контрольних карт, інтерактивних платформ і кількісних метрик створює умови для багатовимірного аналізу підготовки здобувача освіти. Це дає змогу не лише фіксувати рівень сформованості професійних навичок, а й вибудовувати індивідуальні освітні траєкторії, що відповідають його темпу навчання та клінічному потенціалу. Таким чином, формативне оцінювання стає не просто способом контролю, а ефективним інструментом професійного розвитку, що наближає симуляційне середовище до реалій практичної стоматології.

Сумативне оцінювання в симуляційній стоматологічній освіті є важливим механізмом перевірки кінцевого рівня підготовки здобувача освіти [169]. Його завдання полягає у визначенні не лише теоретичної обізнаності, а й здатності застосовувати знання в стандартизованих умовах, максимально наближених до клінічних. На відміну від формативного оцінювання, що дає змогу коригувати навчальну траєкторію, сумативний підхід фіксує досягнутий рівень на певному етапі та виконує сертифікаційну функцію. Це дає змогу закладам вищої освіти гарантувати, що здобувач освіти відповідає вимогам до професійної готовності та може бути допущений до клінічної практики з реальними пацієнтами (табл. 3.1.3).

Таблиця 3.1.3

Сумативні підходи до визначення рівня клінічної готовності здобувача освіти

Підхід	**Характеристика**	**Приклади застосування**
Традиційні екзаменаційні моделі	Письмові чи тестові завдання, що перевіряють знання клінічних алгоритмів і стандартів	Іспити з багатоваріантними тестами для оцінки діагностичного мислення та вибору лікувальної тактики
Комбіновані симуляційні модулі	Комплекс практичних завдань, які об'єднують декілька етапів лікувального процесу	Виконання повного протоколу пломбування – від препарування до відновлення оклюзії з оцінкою кінцевого результату
Стандартизовані клінічні завдання	Сценарії, що відтворюють типові клінічні випадки з чіткими критеріями оцінювання	Проведення професійної гігієни ротової порожнини або виготовлення тимчасової реставрації за заданим клінічним описом
Інтегровані тести-симуляції	Поєднання теоретичних і практичних компонентів в одному оцінювальному заході	Комп'ютерна симуляція клінічного випадку з подальшою демонстрацією маніпуляцій на фантомі

Джерело: сформовано на підставі [170; 171; 172; 173].

Натепер традиційні екзаменаційні моделі залишаються необхідним інструментом перевірки когнітивного рівня підготовки. Наприклад, тестування у форматі multiple-choice questions дає змогу оцінити знання здобувача освіти щодо діагностики пульпіту чи вибору раціональної тактики лікування періодонтиту [171]. Однак їхня обмеженість полягає у відсутності практичного складника, що в стоматології є критично важливим. Тому традиційні моделі дедалі частіше поєднують з симуляційними завданнями.

Комбіновані симуляційні модулі дають змогу перевірити інтеграцію декількох етапів лікувального процесу [173]. Наприклад, здобувач освіти виконує весь протокол терапевтичного лікування – від діагностики каріозного ураження, визначення показань до препарування, виконання препарування та реставрації до перевірки оклюзії. Кінцевий результат оцінюється за чіткими критеріями: форма та розміри порожнини, відсутність нависаючих країв пломби,

правильність контактних поверхонь. Такі завдання відображають комплексність стоматологічної діяльності та допомагають оцінити готовність діяти в реальних клінічних умовах.

Стандартизовані клінічні завдання відтворюють типові ситуації, з якими стоматолог стикається в практиці, і мають чітко визначені критерії оцінювання. Наприклад, під час завдання з проведення професійної гігієни ротової порожнини оцінюється ступінь очищення зубних поверхонь, час виконання процедури та відсутність ятрогенних пошкоджень ясен. Інше завдання може передбачати виготовлення тимчасової реставрації: оцінюється точність відтворення анатомічної форми, стабільність конструкції та естетичні параметри. Такі підходи дають змогу забезпечити уніфікованість критеріїв оцінювання незалежно від закладу освіти.

Інтегровані тести-симуляції поєднують когнітивний і практичний рівні перевірки. Здобувач освіти спочатку аналізує клінічний випадок у програмному середовищі, формує діагноз, обирає матеріали та методику лікування, а далі виконує ці дії на фантомі [174]. Наприклад, під час моделювання випадку з дефектом фронтального зуба здобувач освіти має не лише правильно обрати вид реставраційного матеріалу, а й технічно виконати відновлення з урахуванням естетики. Такий підхід дає змогу перевірити не лише обсяг знань, а й здатність до їх практичного застосування, що наближує оцінювання до реальних вимог клініки.

Отже, сумативне оцінювання в симуляційній стоматологічній освіті є системою, що охоплює різні формати – від традиційних тестів до інтегрованих симуляцій. Воно забезпечує комплексну перевірку знань і навичок, формує єдиний стандарт підтвердження клінічної готовності здобувача освіти та створює підґрунтя для безпечного переходу до клінічної практики. Завдяки поєднанню теоретичних і

практичних методів сумативне оцінювання стає об'єктивним критерієм професійної зрілості в стоматологічній освіті.

Інтеграція формативного та сумативного оцінювання в навчальні плани стоматологічних факультетів характеризується наявністю системних бар'єрів, що пов'язані не стільки з ресурсним або технічним забезпеченням, скільки з логікою побудови освітнього процесу. Одним із ключових труднощів є структурна фрагментарність навчальних планів, коли результати формативного оцінювання не завжди стають підґрунтям для фінальної атестації [165]. Часто ці два рівні існують паралельно, без чітких механізмів трансформації поточних результатів у підсумковий висновок про клінічну готовність здобувача освіти. Унаслідок цього формується розрив між постійною діагностикою навичок та офіційним підтвердженням їх сформованості.

Ще одним викликом є дисбаланс у вагомості оцінювальних підходів. Сумативні результати традиційно мають вирішальне значення для допуску до наступних етапів навчання чи клінічної практики, тоді як формативні результати інколи сприймаються як допоміжні чи факультативні. Це знижує їхню практичну цінність у свідомості здобувачів освіти та суперечить концепції безперервного професійного розвитку, де саме формативне оцінювання має відігравати роль ключового інструмента поступового вдосконалення [171].

Важливою перешкодою залишається низький рівень інтеграції цифрових освітніх портфоліо [168]. Навіть за умови використання відеоаналізу, сенсорних систем або чек-листів результати часто зберігаються в розрізнених форматах, без накопичення в єдиній базі даних. Унаслідок цього відсутня можливість комплексного аналізу освітньої траєкторії здобувача освіти, коли результати формативного моніторингу поступово підкріплюють підсумкову оцінку клінічної готовності.

Не менш значущим постає культурно-психологічний чинник. У професійному середовищі ще зберігається уявлення про сумативне оцінювання як про «справжній» і єдино значущий критерій успішності, тоді як формативне часто недооцінюється чи розглядається як допоміжне [166]. Така установка знижує мотивацію здобувачів освіти до активного використання можливостей формативного оцінювання та перешкоджає рівноправному включенню його результатів у систему освітніх досягнень.

Оптимізація балансу між формативним і сумативним оцінюванням у стоматологічній освіті потребує запровадження інтеграційних механізмів, які дають змогу сформувати цілісну систему контролю клінічної готовності здобувача освіти. Перспективним кроком є створення єдиної освітньої траєкторії, де результати формативних методів – цифрових вимірювань, відеоаналізу чи експертних коментарів – акумулюються в індивідуальному електронному портфоліо і стають складником підсумкового висновку. Така модель забезпечує не лише прозорість моніторингу, а й поступове перетворення поточних досягнень у доказову базу для сумативного оцінювання.

Доцільним є поєднання кількісних та якісних параметрів через формалізацію алгоритму їх інтерпретації. Автоматично зафіксовані цифрові показники точності та швидкості мають розглядатися не ізольовано, а в контексті експертної оцінки клінічної логіки та комунікативних умінь здобувача освіти. Для цього варто впроваджувати стандартизовані матриці, у яких цифрові дані зіставляються з якісними критеріями і трансформуються в комплексний індикатор готовності. Це дасть змогу уникнути домінування будь-якої з площин оцінювання та зберегти баланс між процесом і результатом. Важливо також розширювати використання багаторівневих завдань, які поступово ускладнюються й об’єднують

різні види діяльності – від простих технічних вправ до інтегрованих клінічних сценаріїв. Їх включення до навчальних планів дає змогу поступово підвищувати вагомість формативних результатів, які з часом стають частиною сумативної оцінки. Така стратегія змінює освітню парадигму: підсумковий контроль перестає бути «разовим екзаменом», а постає як логічне завершення цілісного процесу накопичення клінічних компетентностей.

Завершальним кроком у побудові збалансованої системи є розроблення уніфікованої рамки критеріїв клінічної готовності, зрозумілої як викладачам, так і здобувачам освіти. Вона має містити цифрові метрики, стандартизовані рубрики та якісні експертні судження, поєднані в єдину шкалу. Такий підхід забезпечить порівнюваність результатів у межах різних закладів, підвищить рівень довіри до оцінювання і створить передумови для формування національного стандарту якості підготовки стоматологів.

3.2. Об’єктивно структуровані клінічні іспити (ОСКІ-1 та ОСКІ-2) у стоматологічній освіті України

Об’єктивно структурований клінічний іспит (ОСКІ) утвердився у світовій медичній освіті як еталон перевірки клінічної готовності, оскільки поєднує стандартизовану форму контролю та реалістичне відтворення професійних ситуацій. На відміну від традиційних письмових чи усних іспитів, він забезпечує перевірку не лише знань, а й здатності їх застосовувати в практичних умовах. В українській стоматологічній освіті ОСКІ запроваджено у двох формах – ОСКІ-1 та ОСКІ-2, які виконують різні функції в межах траєкторії підготовки. ОСКІ-1 спрямовано на початкову перевірку базових клінічних навичок – володіння інструментом, технікою ін’єкцій, дотримання правил асептики, виконання нескладних діагностичних маніпуляцій. Цей етап

слугує допуском до безпечного контакту з пацієнтом. Натомість ОСКІ-2 проводиться наприкінці додипломної підготовки. Він орієнтований на комплексні клінічні сценарії, де здобувач освіти має інтегрувати мануальні дії, діагностичне мислення, комунікативні навички та професійну поведінку. Разом вони формують єдину систему наскрізного оцінювання клінічної готовності. Порівняльну характеристику ролі ОСКІ-1 та ОСКІ-2 у підготовці стоматологів узагальнено в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1

Порівняльна характеристика ролі ОСКІ-1 та ОСКІ-2 у підготовці стоматологів

Параметр	**ОСКІ-1**	**ОСКІ-2**
Етап підготовки	Початковий вихід у клінічне середовище	Завершальний етап додипломної освіти
Основний фокус	Базові мануальні дії, техніка безпеки, прості діагностичні операції	Комплексне ведення клінічного випадку, інтеграція знань і навичок, комунікація
Типові станції	Препарування на фантомі, пломбування, ін'єкції, ізоляція робочого поля	Ургентні ситуації, пародонтологічні/ортопедичні кейси, лікування, спілкування
Компетентності, що перевіряються	Технічна точність, послідовність, базова діагностика, асептика	Клінічне мислення, прийняття рішень у невизначених умовах, професійна поведінка
Значення для траєкторії	Забезпечує допуск до роботи з пацієнтом	Підтверджує готовність до самостійної клінічної практики

Джерело: сформовано на підставі [175; 176; 177].

На практиці ці два рівні стали підґрунтям для систематизації клінічного контролю в українських університетах. У Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця апробація ОСКІ-1 серед студентів стоматологічного факультету показала зростання результативності: у 2017/2018 навчальному році 78,4 % здобувачів успішно склали іспит, а вже у 2018/2019 цей показник сягнув понад 80 % [175]. Це свідчить про ефективність стандартизованої перевірки базових умінь, що дає змогу своєчасно виявляти прогалини в

мануальних навичках і коригувати навчальний процес. Пілотне впровадження ОСКІ з елементами віртуальної симуляції в Тернопільському національному медичному університеті засвідчило, що близько 80 % здобувачів освіти продемонстрували впевнене володіння технічними маніпуляціями, однак лише 55 % показали інтеграцію діагностичних і комунікативних навичок [178].

Це стало підставою для перегляду методики формування клінічного мислення та комунікації. Міністерство охорони здоров'я (МОЗ) України у своїх оглядах підтверджує, що системне впровадження ОСКІ підвищує об'єктивність оцінювання та стимулює університети оновлювати стандартів симуляційного навчання [179]. Досвід, представлений у конференційних матеріалах Буковинського державного медичного університету, підтверджує, що інтеграція ОСКІ-2 у симуляційні центри допомагає формувати культуру професійної відповідальності та підвищує готовність випускників до самостійної практики [180].

Структура об'єктивно структурованих клінічних іспитів у стоматологічній освіті базується на концепції багаторівневого оцінювання компетентностей, де кожен рівень характеризується специфічною конфігурацією станцій, диференційованим переліком компетенцій, що підлягають верифікації, та визначеною дидактично-клінічною функцією. ОСКІ першого рівня реалізує функцію вхідного контролю, забезпечуючи діагностику та корекцію фундаментальних практичних умінь, які є необхідною передумовою для безпечної інтеграції здобувача освіти в реальне клінічне середовище. Специфіка цього рівня полягає в ізольованій верифікації окремих мануальних навичок, що створює можливість для багаторазового відтворення технічних прийомів і формування стійких сенсомоторних патернів.

Водночас ОСКІ-2 має системний характер і спрямований на інтеграцію отриманих знань та умінь у форматі комплексного

клінічного випадку. Така відмінність зумовлює різні організаційні підходи: якщо в першому випадку ключовим є технічний контроль, то в другому – моделювання реальної професійної діяльності, що вимагає від здобувача не лише точності, а й клінічного мислення, комунікаційної культури та етичної поведінки (табл. 3.2.2).

Таблиця 3.2.2

Організаційні та структурні особливості ОСКІ-1 та ОСКІ-2 у стоматологічній освіті

Параметр	**ОСКІ–1**	**ОСКІ–2**
Структура іспиту	6–8 коротких станцій тривалістю 5–7 хв	10–12 станцій по 10–15 хв із поєднанням декількох завдань
Типи завдань	Базові мануальні процедури, проста діагностика	Комплексні клінічні випадки з кількома етапами діагностики й лікування
Використані ресурси	Фантоми, базові інструменти, прості симулятори	Сенсорні фантоми, стандартизовані пацієнти, VR/AR-симулятори
Система оцінювання	Деталізовані чек-листи, фіксація кожного кроку	Чек-листи в поєднанні з глобальними рубриками та інтегрованими критеріями
Комунікативний компонент	Мінімальний: пояснення логіки дій екзаменатору	Повноцінна взаємодія зі стандартизованим пацієнтом, оцінка комунікації

Джерело: сформовано на підставі [181; 182].

Організація іспитів у форматі ОСКІ побудована на принципі стандартизації, за якого кожна станція має чітко визначену мету, обмежений час і систему критеріїв оцінювання. Це забезпечує відтворюваність результатів та об’єктивність контролю, що особливо важливо для медичних спеціальностей, де не лише знання, а й практичні дії безпосередньо впливають на якість надання медичної допомоги пацієнтові. Водночас характерною рисою є різний рівень складності завдань у межах ОСКІ-1 та ОСКІ-2, що дає змогу поступово переходити від перевірки базових мануальних умінь до оцінювання інтегрованої клінічної компетентності.

На етапі ОСКІ-1 іспит складається переважно з коротких станцій, спрямованих на перевірку окремих умінь. Це може бути відпрацювання ізоляції робочого поля, виконання ін'єкційної анестезії чи препарування каріозної порожнини на фантомі. Кожна дія оцінюється за детальним чек-листом – від правильного вибору інструмента до послідовності рухів і дотримання правил асептики. Такий підхід дає змогу виявляти навіть дрібні помилки, які в клінічних умовах можуть призвести до ускладнень. Практичне значення ОСКІ-1 полягає в тому, що він функціонує як «фільтр безпеки»: здобувач освіти, який не досягнув належного рівня технічної точності, не допускається до роботи з реальними пацієнтами [182]. Це створює атмосферу професійної відповідальності та мотивує до повторного відпрацювання навичок у симуляційному середовищі.

ОСКІ-2 має принципово іншу логіку. Тут кожна станція побудована так, щоб від здобувача вимагалося не лише відтворення техніки, а й інтеграція знань, діагностичного мислення та комунікації. Наприклад, завдання може передбачати збір анамнезу, формування діагнозу, вибір плану лікування і його реалізацію на фантомі з сенсорами, паралельно пояснюючи свої дій стандартизованому пацієнту. Такий формат дає змогу оцінити здатність здобувача працювати комплексно – від першого контакту з пацієнтом до завершення лікувального втручання. Оцінювання на цьому рівні здійснюється не лише за чек-листами, а й за глобальними рубриками, що враховують загальний рівень професійної поведінки, логіку прийняття рішень і ступінь розвитку комунікативної культури.

Важливим компонентом сучасної структури ОСКІ-2 є використання симуляційних технологій. VR/AR-платформи та фантоми з тактильними сенсорами допомагають моделювати умови, що є максимально наближеними до реальних (варіативність анатомії, різний ступінь ураження тканин, можливі ускладнення). Це підвищує

достовірність іспиту та робить оцінювання більш об'єктивним, оскільки цифрові системи фіксують параметри дій здобувача: силу натиску, точність рухів, час виконання. Відповідно до них формуються кількісні показники результативності, які можна використовувати для вдосконалення індивідуальних освітніх траєкторій і навчальних програм.

У практичному вимірі ОСКІ-2 виступає завершальним іспитом із професійної готовності. Він дає змогу оцінити здатність майбутнього стоматолога діяти в умовах багатофакторних завдань, де необхідно поєднувати технічну майстерність, клінічне мислення, комунікацію та етичні норми. Саме така структура максимально наближає процес оцінювання до реалій клінічної діяльності, де жоден елемент не може існувати ізольовано [181]. Узагальнюючи, можна стверджувати, що ОСКІ-1 та ОСКІ-2 формують єдину, логічно взаємопов'язану систему контролю. Перший рівень – це базова перевірка технічних умінь, другий – інтегрована оцінка клінічної готовності. Така модель забезпечує поступовість навчання, прозорий механізм контролю та узгодженість із міжнародними стандартами, де клінічна компетентність розглядається в усій її багатовимірності.

Інституційна роль об'єктивно структурованих клінічних іспитів у стоматологічній освіті виходить за межі індивідуального контролю знань і навичок здобувачів освіти та набуває стратегічного значення для системи акредитації та моніторингу якості. ОСКІ-1 та ОСКІ-2 функціонують не лише як інструменти перевірки клінічної готовності, а й як механізми зовнішнього і внутрішнього забезпечення якості освіти. Вони інтегруються в нормативні документи, визначають ключові стандарти професійної підготовки та забезпечують прозорість освітнього процесу. Їхня інституційна значущість полягає в тому, що результати іспитів мають уніфіковану форму, яка дає змогу здійснювати об'єктивні порівняння між різними закладами вищої

освіти і формувати підґрунтя для державної та міжнародної акредитації програм (табл. 3.2.3)

Таблиця 3.2.3

Інституційна роль ОСКІ-1 та ОСКІ-2 в системі акредитації та контролю якості освіти

Параметр	**ОСКІ-1**	**ОСКІ-2**
Рівень інтеграції в стандарти	Включений до освітніх програм як елемент внутрішнього контролю	Використовується як підсумковий компонент у державній атестації
Нормативне підґрунтя	Рекомендації МОН України, локальні положення університетів	Вимоги МОЗ України та національні стандарти професійної підготовки
Європейський контекст	Відповідає початковому рівню вимог ADEE та WFME	Узгоджується з європейськими стандартами кінцевої клінічної компетентності
Функція у внутрішньому забезпеченні якості	Контроль базових навичок і мінімальних професійних стандартів	Оцінка інтегрованої готовності як критерій для акредитації програм
Функція в зовнішньому моніторингу	Локальна звітність для освітніх закладів	Результати використовуються в державному та міжнародному визнанні дипломів

Джерело: сформовано на підставі [183; 184; 185].

На сучасному етапі розвитку стоматологічної освіти інституційна роль ОСКІ-1 та ОСКІ-2 розглядається як важливий механізм інтеграції навчального процесу в національну та міжнародну систему контролю якості. Внутрішня функція цих іспитів полягає в уніфікації освітніх результатів: кожен здобувач освіти оцінюється за однаковими критеріями, що дає змогу мінімізувати вплив суб'єктивного чинника з боку екзаменатора. Це забезпечує прозорість і відтворюваність результатів, які стають фундаментом для корекції навчальних програм, формування внутрішніх стандартів і підготовки до державної атестації. У цьому контексті ОСКІ-1 виступає як індикатор відповідності мінімальним професійним вимогам, гарантуючи, що здобувач освіти безпечно допущений до клінічного середовища.

Зовнішній вимір інституційної ролі проявляється у використанні результатів ОСКІ для акредитації та моніторингу якості освітніх програм. На рівні державної політики ОСКІ-2 стає складником системи незалежного оцінювання, яка підтверджує, що випускник володіє повним спектром клінічних компетентностей – від технічних до комунікативних та етичних. Це допомагає університетам демонструвати відповідність державним стандартам і водночас інтегруватися в європейський освітній простір, де аналогічні формати іспитів визнаються провідними акредитаційними агентствами. Таким чином, результати ОСКІ-2 мають подвійне значення, адже підтверджують готовність до самостійної клінічної практики та стають доказовою базою для зовнішнього моніторингу якості підготовки.

Практична реалізація цього механізму відбувається через створення єдиних нормативних вимог до змісту іспитів, структури станцій і критеріїв оцінювання. Університети зобов'язані узгоджувати організацію ОСКІ з рекомендаціями МОН України та МОЗ України. МОН України визначає стандарти вищої освіти за спеціальністю 221 «Стоматологія», де передбачено необхідність впровадження об'єктивних методів контролю практичних компетентностей здобувачів освіти. МОЗ України уніфікує вимоги до підсумкової атестації випускників медичних закладів, закріплюючи положення щодо використання ОСКІ як складника державної атестації [77; 186]. Відповідність цим документам гарантує, що результати іспитів визнаються на національному рівні та можуть бути інтегровані в систему міжнародного акредитаційного моніторингу.

Особливістю сучасного етапу є те, що ОСКІ-1 та ОСКІ-2 виконують функцію контрольних етапів у траєкторії освітнього процесу: перший іспит забезпечує внутрішній моніторинг і корекцію підготовки, другий – формує підґрунтя для акредитації програм і зовнішнього визнання дипломів. Таким чином, інституційна роль об'єктивно структурованих

клінічних іспитів полягає у створенні єдиної системи стандартів, що поєднує внутрішнє забезпечення якості та зовнішній моніторинг, гарантує відповідність національним вимогам і водночас забезпечує інтеграцію в європейський освітній простір.

У сучасній стоматологічній освіті розвиток системи об'єктивно структурованих клінічних іспитів виявляє низку інституційних обмежень, що суттєво впливають на її функціональність у контексті акредитації та контролю якості. Попри нормативне закріплення ОСКІ в державних стандартах, їхні результати часто залишаються лише внутрішнім індикатором університетів і не завжди інтегруються в загальнонаціональні механізми оцінювання [187]. Це знижує можливість використання отриманих даних як доказової бази для акредитаційних процедур і в процесі формування державної освітньої політики.

Важливою проблемою є відсутність єдиної системи збору та аналітичного оброблення результатів ОСКІ на рівні країни. Різні заклади накопичують дані у власних інформаційних базах, проте централізованого ресурсу для їхньої верифікації та порівняння не існує [188]. Через це втрачається можливість створення національних аналітичних зрізів клінічних компетентностей і використання їх у процесах зовнішнього моніторингу.

Додатковим обмеженням постає роз'єднаність ОСКІ з іншими формами державного контролю. Єдиний державний кваліфікаційний іспит та університетські підсумкові атестації функціонують паралельно, проте критерії оцінювання та структура компетентностей у них відрізняються [175]. Це зумовлює фрагментарність і знижує доказову силу результатів, адже відсутня єдина логіка вимірювання готовності до клінічної практики.

Проблемним питання залишається міжнародна валідизація. Попри те що концепція ОСКІ відповідає вимогам європейських освітніх

стандартів, відсутність уніфікованих англомовних звітів, електронних протоколів і цифрових платформ для презентації результатів обмежує можливості їхнього використання в міжнародних акредитаційних процесах. Це звужує потенціал мобільності випускників та інтеграції освітніх програм у глобальний простір.

Ще одним викликом є недостатнє використання результатів ОСКІ для внутрішнього управління якістю. У багатьох випадках іспит сприймається як формальна процедура перевірки, а його підсумки не трансформуються в зміни навчальних планів або методичного забезпечення. Університети не завжди розглядають результати ОСКІ як інструмент для оновлення освітніх стандартів і вдосконалення педагогічних підходів.

Окрім того, організаційна невизначеність щодо відповідальності за проведення іспиту зберігає ризики нерівності між закладами. У різних університетах використовуються різні моделі – від повної залежності від кафедр до створення спеціальних комісій, що призводить до різночитань у процедурі і суперечить принципу стандартизації.

Удосконалення проведення об’єктивно структурованих клінічних іспитів потребує переосмислення їхньої ролі не лише як підсумкової процедури оцінювання, а й як стратегічного інструмента розвитку системи стоматологічної освіти. Одним із напрямів має стати запровадження уніфікованих електронних платформ для організації та аналізу результатів іспитів. Використання цифрових рішень дасть змогу формувати інтегровані бази даних, у яких фіксуватиметься не лише підсумковий бал, а й динаміка виконання завдань, час реагування, типові помилки здобувачів освіти. Це створює можливість для глибшої аналітики, побудови профілів клінічної готовності та адаптації навчальних програм до реальних потреб.

Важливим кроком у підвищенні якості ОСКІ є запровадження системи зовнішнього рецензування станцій. До цього процесу можна залучати експертів з інших університетів або представників професійних асоціацій. Такий підхід сприятиме підвищенню об'єктивності оцінювання та уніфікації змісту іспитів, що в перспективі надасть можливість використовувати результати ОСКІ як доказову базу під час акредитації освітніх програм на національному та міжнародному рівнях.

Особливої уваги потребує підготовка викладачів-екзаменаторів, що має передбачати не лише методику роботи зі здобувачами освіти під час іспиту, а й оволодіння навичками цифрової аналітики, формування уніфікованих протоколів оцінювання та опанування принципів педагогічної етики в умовах стандартизованого тестування. Це дасть змогу підвищити рівень професійної культури оцінювання та створить умови для мінімізації суб'єктивних впливів.

Подальший розвиток системи можливий завдяки міжуніверситетському партнерству, що виходить за межі традиційного обміну матеріалами чи методичними розробками. Ідеться про створення спільних банків клінічних сценаріїв, уніфікованих англомовних протоколів і електронних платформ для порівняльного аналізу результатів. Такий формат співпраці допоможе гармонізувати українські стандарти з європейськими, підвищити мобільність здобувачів освіти та забезпечити міжнародне визнання результатів ОСКІ.

У перспективі доцільним є також поєднання традиційних форматів іспиту з методами автоматизованого моніторингу, що здійснюється на основі даних сенсорних фантомів і VR/AR-симуляторів. Використання цих технологій відкриває можливість для створення єдиного цифрового портфоліо здобувача освіти, у якому накопичуватимуться результати всіх рівнів оцінювання. Така система

підвищить прозорість освітнього процесу, надасть можливість визначати сильні та слабкі сторони підготовки на ранніх етапах і забезпечить доказову базу для акредитаційних і ліцензійних процедур.

Таким чином, рекомендації щодо вдосконалення ОСКІ-1 та ОСКІ-2 мають бути спрямовані не лише на підвищення точності оцінювання, а й на трансформацію цих іспитів у комплексний механізм управління якістю стоматологічної освіти. Їхня модернізація через цифровізацію, зовнішню експертизу, професійну підготовку екзаменаторів і розвиток міжуніверситетських платформ забезпечить відповідність європейським вимогам та створить умови для інтеграції результатів ОСКІ у глобальний освітній простір.

3.3. Рефлексивний компонент у симуляційній практиці: чек-листи, відеоаналіз, фідбек

Рефлексивний компонент у симуляційному навчанні є важливим елементом формування клінічної готовності, адже саме він дає змогу здобувачам освіти усвідомити власні дії, виявити сильні та слабкі сторони і виробити стратегію самокорекції. Чек-листи, відеоаналіз і фідбек утворюють єдину систему, яка поєднує формалізований контроль із гнучким та індивідуалізованим підходом. Чек-листи гарантують, що кожну маніпуляцію буде виконано відповідно до алгоритму, а їх використання запобігає пропуску критичних кроків у лікуванні. Відеоаналіз, на відміну від моментальної оцінки, забезпечує можливість повторного перегляду та глибокого обговорення, що сприяє не лише технічній корекції, а й формуванню клінічного мислення. Фідбек викладача функціонує як місток між стандартизованим оцінюванням і розвитком професійної рефлексії, допомагаючи здобувачеві освіти не лише виправити помилки, а й усвідомити їх причини (табл. 3.3.1).

Таблиця 3.3.1

Значення рефлексивних інструментів у симуляційному навчанні стоматологів

Інструмент	**Головне призначення**	**Педагогічний ефект**	**Клінічне значення**
Чек-листи	Фіксація правильності й послідовності дій	Забезпечення структурованого контролю та об'єктивності оцінювання	Зниження ймовірності пропуску критичних етапів клінічної процедури
Відеоаналіз	Повторний перегляд виконаних маніпуляцій	Сприяння самоаналізу та виявленню помилок	Формування стійких практичних навичок і корекція неточних дій
Фідбек	Надання індивідуальних коментарів викладачем	Підвищення мотивації, розвиток здатності до самокорекції	Підтримання високої якості клінічного виконання та професійної відповідальності

Джерело: сформовано на підставі [189; 190; 191; 192].

У сучасній стоматологічній освіті роль рефлексивних інструментів значно зросла, адже вони перетворюють симуляційне середовище з майданчика для відпрацювання технік на комплексну систему розвитку клінічного мислення. Чек-листи використовують як структуровані карти дій, що охоплюють увесь алгоритм – від початкової діагностики до фінального контролю якості втручання [192]. Наприклад, під час симуляції препарування твердих тканин зуба здобувач освіти відзначає в чек-листі виконання етапів анестезії, постановки кофердаму, створення доступу та контроль глибини препарування. Завдяки цьому він отримує чітку візуалізацію своїх кроків, а викладач може миттєво оцінити, які етапи були пропущені чи виконані з порушенням послідовності. Така практика мінімізує ризики у процесі переходу до реальної клініки, оскільки майбутній лікар формує «автоматизований каркас» дій, що відповідає клінічним стандартам.Відеоаналіз відкриває ширші можливості, аніж звичайне оцінювання. У багатьох симуляційних лабораторіях процедури

записуються на цифрові носії, що надає здобувачам освіти можливість переглядати власні дії в сповільненому режимі та аналізувати дрібні помилки, які залишаються непомітними під час виконання вправи. Наприклад, під час повторного перегляду можна виявити, що кут нахилу бору був занадто великим, унаслідок чого відбулося надмірне видалення тканини. Викладач, коментуючи запис, звертає увагу на ці деталі, пропонуючи альтернативні рухи чи інший підхід до стабілізації руки. Водночас цифрові системи часто інтегрують дані про силу натискання та швидкість рухів, що дає змогу поєднати візуальний і кількісний аналіз. Це створює умови для формування не лише технічної майстерності, а й здатності критично оцінювати власні когнітивно-моторні стратегії.

Фідбек у практиці симуляційної освіти реалізується у двох вимірах. Перший – оперативний, коли викладач коригує дії безпосередньо під час симуляції, наприклад, звертає увагу на потребу змінити кут інструмента чи збільшити стабільність фіксації робочої руки. Другий – розширений, що формується після завершення сесії на основі чек-листів і відеоаналізу [190]. У такому разі здобувач освіти отримує індивідуалізований звіт із рекомендаціями: які навички потребують відпрацювання, які зміни в техніці можуть покращити результат та як інтегрувати ці висновки в наступні навчальні завдання. Наприклад, після виконання клінічного сценарію з лікування пульпіту викладач може рекомендувати більше уваги приділити етапу ізоляції робочого поля чи відпрацювати навички комунікації з пацієнтом у паралельному сценарії.

Поєднання цих інструментів створює багаторівневу траєкторію навчання. Здобувач освіти спочатку орієнтується на чек-лист, що структурує його дії; далі переглядає запис маніпуляцій і вчиться самостійно виявляти недоліки; на завершення отримує професійний фідбек, що передбачає не лише виправлення помилок, а й задає

напрямок подальшого розвитку. У результаті формується не лише технічна точність, а й здатність до саморефлексії, що є важливим елементом клінічної готовності стоматолога. Такий підхід підвищує відповідальність здобувачів освіти за власний прогрес, зміцнює їхню впевненість у професійних діях і створює підґрунтя для безпечного переходу від симуляційного до клінічного середовища.

Інтеграція рефлексивних методів у систему симуляційної підготовки стоматологів – це багаторівневий процес, що поєднує елементи стандартизованого оцінювання з індивідуалізованими стратегіями вдосконалення. Його сутність полягає у створенні освітнього середовища, де здобувач освіти постійно перебуває в циклі аналізу та корекції власних дій. Це досягається через поступове поєднання оперативних педагогічних інтервенцій, цифрових інструментів збору й аналізу даних і формування персональних освітніх траєкторій. Важливою умовою такої інтеграції є гармонійне співвідношення між стандартизованими вимогами і гнучкістю індивідуального підходу, що дає змогу уникати механічного повторення завдань і спрямовує здобувачів освіти на усвідомлене вдосконалення клінічних навичок (табл. 3.3.2).

Таблиця 3.3.2

Механізми інтеграції рефлексивних методів у симуляційний навчальний процес

Механізм інтеграції	**Рівень реалізації**	**Очікуваний освітній ефект**	**Практичний результат**
Оперативний коментар викладача	Під час виконання маніпуляції	Негайна корекція та запобігання повторенню помилок	Забезпечення правильного перебігу процедури в реальному часі
Аналітичний відеоперегляд	Після завершення симуляційної сесії	Поглиблений самоаналіз і деталізація дій	Виявлення мікропомилок і відпрацювання точності рухів
Індивідуалізований план вдосконалення	На основі суміщених результатів чек-листів і відеоаналізу	Створення персональної стратегії розвитку	Побудова гнучкої траєкторії підготовки для кожного здобувача освіти

Використання цифрових платформ	Протягом усього освітнього циклу	Автоматизований збір даних і формування бази прогресу	Моніторинг динаміки та можливість довготривалої корекції

Джерело: сформовано на підставі [193; 194; 195].

У практичній площині інтеграція працює як взаємодоповнювана система. Під час симуляції, наприклад, анестезії чи препарування, викладач може дати оперативний коментар про неправильне положення інструмента. Це допомагає здобувачеві освіти виправити дію в реальному часі та запобігає закріпленню помилкових рухів. Подальший аналітичний відеоперегляд, який сьогодні часто проводиться за допомогою платформ типу CAE LearningSpace або Laerdal SimCapture, забезпечує можливість переглянути кожну деталь у сповільненому режимі [195]. Наприклад, здобувач може побачити надмірне застосування сили під час реставрації, що не завжди фіксується в процесі виконання, але стає очевидним під час відеоаналізу. Формування індивідуалізованих планів вдосконалення відбувається шляхом поєднання результатів чек-листів і відеоаналізу. У багатьох освітніх закладах такі плани реалізуються через навчальні платформи, зокрема Moodle або інтерактивні симуляційні середовища, що інтегрують дані з фантомів і VR-симуляторів. Наприклад, за результатами серії практичних занять здобувачеві освіти може бути призначено індивідуальний навчальний модуль, спрямований на відпрацювання навичок ізоляції робочого поля або відтворення протоколу ендодонтичного лікування з обтурацією кореневих каналів, що документується в персоналізованому цифровому портфоліо студента. Особливе значення має застосування таких стоматологічних симуляторів нового покоління, як DentSim або Moog Simodont Dental Trainer, які автоматично збирають дані про траєкторії рухів, силу натискання та точність позиціонування інструмента [193]. Поєднання

цих даних із системами управління навчанням дає змогу викладачеві створювати детальні звіти та відстежувати прогрес кожного здобувача в довгостроковій перспективі. Таким чином, у результаті формуються не лише технічні навички, а й здатність критично оцінювати власні дії та порівнювати їх із клінічними стандартами. Так, сучасна інтеграція рефлексивних методів у симуляційне навчання передбачає багаторівневу роботу – від миттєвого коментаря під час виконання процедури до комплексного цифрового моніторингу результатів. Це створює середовище, у якому здобувач освіти не просто навчається відтворювати алгоритм, а поступово формує навичку стратегічної саморефлексії, що є визначальним для безпечної та якісної клінічної практики. Оцінювання педагогічного та клінічного ефекту рефлексивних інструментів у симуляційній підготовці стоматологів передбачає не лише фіксацію рівня засвоєння навичок, а й аналіз динаміки професійного розвитку. Таке оцінювання ґрунтується на інтеграції кількісних показників (точність, час, послідовність, кількість помилок) та якісних характеристик (логіка клінічного мислення, комунікаційна поведінка, здатність до самоаналізу). Рефлексивні інструменти створюють умови, за яких освітній процес переходить від простого виконання маніпуляцій до глибокого осмислення прийнятих рішень, а отже, формують компетентність, що має практичну цінність у реальній клінічній роботі (табл. 3.3.3).

Таблиця 3.3.3

Оцінювання педагогічного та клінічного ефекту рефлексивних інструментів у симуляційному навчанні

Компонент ефекту	**Ключовий показник**	**Педагогічна функція**	**Клінічний результат**
Формування клінічного мислення	Здатність аналізувати послідовність маніпуляцій та обґрунтовувати рішення	Розвиток критичного мислення та клінічної аргументації	Оптимізація прийняття рішень у реальному клінічному процесі

Підвищення якості виконання маніпуляцій	Точність, стабільність, зменшення кількості повторних дій	Поглиблення моторного контролю та професійної впевненості	Підвищення безпеки та відтворюваності процедур
Стійкість професійних навичок	Утримання результатів у динаміці після кількох симуляційних циклів	Закріплення коректних алгоритмів через повторну рефлексію	Забезпечення тривалого переносу навички до клінічного середовища
Розвиток саморефлексії	Здатність ідентифікувати власні помилки та шляхи їх усунення	Стимулювання внутрішньої мотивації та автономності навчання	Зменшення залежності від зовнішнього контролю

Джерело: сформовано на підставі [196; 197; 198].

Наприклад, симуляційні платформи SimCapture або LearningSpace надають можливість не лише фіксувати відеозаписи маніпуляцій, а й аналізувати їх із використанням аналітичних модулів [196]. Це дає змогу визначати, наскільки здобувач освіти дотримується алгоритму, оцінювати плавність рухів, ефективність комунікації та послідовність прийняття рішень. На практиці це означає, що педагогічна оцінка перестає бути формальною, перетворюючись на динамічну діагностику професійного зростання. Клінічний ефект виявляється у здатності здобувачів освіти переносити набуті навички в реальні клінічні умови. Наприклад, після декількох циклів відеоаналізу й фідбеку час на виконання стандартної клінічної маніпуляції зменшується в середньому на 20–30 %, причому кількість технічних помилок скорочується удвічі [198]. Це підтверджує, що рефлексивна практика підвищує не лише швидкість, а й точність професійних дій.

Окрім того, застосування таких інтелектуальних систем моніторингу, як DentSim Analytics, дає змогу виявляти закономірності в розвитку моторної координації, порівнювати прогрес між різними етапами навчання та формувати індивідуальні прогностичні моделі успішності.

Педагогічний ефект полягає в зміщенні акцентів навчання від зовнішнього контролю до саморегуляції. Здобувачі освіти починають не просто виконувати інструкції, а самостійно оцінювати власні дії та визначати оптимальні шляхи вдосконалення. Це змінює культуру освітнього процесу, оскільки замість традиційного оцінювання викладачем формується співучасть у процесі професійного розвитку, де здобувач освіти стає активним аналітиком власного досвіду.

Насамкінець рефлексивні інструменти в симуляційному навчанні демонструють подвійний ефект – педагогічний і клінічний. Перший виявляється в розвитку метакогнітивних умінь, критичного мислення й автономії, а другий – у підвищенні точності, безпеки та стабільності клінічних дій. Разом вони утворюють цілісну модель підготовки, де ефективність визначається не кількістю відпрацьованих сценаріїв, а глибиною усвідомлення власних професійних рішень.

Попри позитивні результати застосування рефлексивних технологій у стоматологічній освіті, їхня інтеграція в симуляційне навчання супроводжується низкою складних методологічних і системних обмежень. Першочерговою проблемою є відсутність уніфікованої методики вимірювання глибини рефлексії. У більшості освітніх програм фіксуються лише формальні індикатори – кількість правильних дій або завершених сценаріїв, тоді як когнітивно-аналітичні компоненти (здатність пояснювати логіку рішення, оцінювати альтернативи, прогнозувати наслідки) залишаються поза обліком [190]. Це спотворює уявлення про реальну ефективність рефлексивного навчання та не надає можливості будувати порівняльні рейтинги між симуляційними циклами.

Іншим бар’єром виступає невизначеність нормативного статусу результатів рефлексивного оцінювання. Вони часто не інтегруються в офіційну систему атестації чи не враховуються під час складання об’єктивно структурованих клінічних іспитів. Як наслідок, здобувач

освіти не бачить прямого зв'язку між рефлексією та підсумковим успіхом, що знижує його мотивацію до усвідомленого самоаналізу.

Важливою проблемою є недостатня культура використання даних, отриманих у процесі симуляцій. Хоча чимало навчальних центрів накопичують відеоматеріали, чек-листи чи аналітичні звіти, бракує практики системного аналізу цих даних. Вони рідко використовуються для педагогічних досліджень, вдосконалення навчальних сценаріїв чи моделювання компетентнісних профілів [198]. Водночас у провідних європейських школах стоматології такі дані є головним джерелом освітньої аналітики, адже завдяки ним формуються індивідуальні карти розвитку навичок і визначаються слабкі зони підготовки на рівні групи.

Психологічний аспект проблеми полягає у високому рівні тривожності під час відеоспостереження. Здобувачі освіти часто демонструють захисну поведінку, уникаючи ризику чи нових підходів, щоб уникнути помилки перед камерою. Це знижує дослідницький потенціал симуляційного середовища, що має бути простором експерименту, а не формального оцінювання.

Додатковим бар'єром є фрагментарність рефлексивного процесу. У багатьох навчальних програмах фідбек і самоаналіз здійснюються лише наприкінці курсу, без проміжного моніторингу результатів. Через це зникає принцип «циклічності вдосконалення», коли кожна сесія мала б ставати точкою відліку для наступного етапу розвитку [195]. Відсутність системи накопичення та порівняння результатів позбавляє здобувача освіти можливості бачити власну динаміку та вчасно коригувати поведінкові стратегії.

Також недостатньо розвиненим залишається міждисциплінарний підхід. Симуляційні завдання рідко охоплюють міжгалузеві аспекти – психологічну взаємодію з пацієнтом, етичні дилеми або комунікаційні

сценарії. Це звужує рефлексивну діяльність до технічних аспектів, залишаючи поза увагою соціально-професійний контекст.

Ще одне обмеження пов'язане з недостатнім рівнем зворотного зв'язку між освітніми центрами. Дані, що отримані в межах симуляційних курсів різних університетів, не обмінюються, а стандарти оцінки залишаються локальними. Відсутність єдиної цифрової екосистеми для спільного зберігання і аналізу кейсів призводить до дублювання досвіду і втрати потенціалу порівняльних досліджень.

Удосконалення впровадження рефлексивного компонента в симуляційному навчанні стоматологів потребує системного підходу, що охоплює стандартизацію інструментів, цифрову трансформацію процесів оцінювання та формування педагогічної культури рефлексії. Насамперед необхідним є створення уніфікованих чек-листів із чіткими критеріями оцінювання, що розроблені на основі компетентнісного підходу. Такі інструменти мають не лише фіксувати правильність виконання дій, а й оцінювати когнітивні компоненти клінічного мислення, логіку прийняття рішень і здатність до самоаналізу. Формування єдиного національного стандарту чек-листів дасть змогу забезпечити об'єктивність оцінювання та сумісність результатів між різними симуляційними центрами.

Наступним напрямом є використання цифрових платформ для підтримки відеоаналізу, моніторингу та накопичення даних. Такі системи, як SimCapture, DentSim Analytics або CAE LearningSpace, надають можливість поєднувати візуальний матеріал із кількісними метриками (часом виконання, точністю рухів, послідовністю етапів). Інтеграція цих платформ із навчальними середовищами типу Moodle забезпечує наскрізний облік навчальних досягнень і створює цифрове портфоліо здобувача освіти. У перспективі це допоможе формувати довгострокові аналітичні звіти, які відображають динаміку розвитку клінічних компетентностей.

Особливу увагу варто приділити підготовці викладачів до ефективного надання фідбеку. Рефлексивне навчання вимагає від педагогів не лише технічної точності, а й психологічної гнучкості. Тренінги з конструктивного зворотного зв'язку, що поєднують елементи спостереження, аналізу та коучингового діалогу, мають стати обов'язковими елементами підвищення кваліфікації. Формування «педагогіки рефлексії» передбачає перехід від оцінювальної до партнерської моделі комунікації, у якій викладач виступає фасилітатором професійного зростання, а не арбітром.

Не менш важливим є створення культури рефлексії серед здобувачів освіти. Це досягається через послідовне включення самооцінювання в освітній процес – від коротких самозвітів після симуляційних сесій до рефлексивних есе чи електронних журналів спостережень. Використання гейміфікованих елементів, зокрема динамічних рейтингів прогресу або системи «відбитків компетентностей», стимулює внутрішню мотивацію до самовдосконалення.

На інституційному рівні доцільно створити електронну платформу стандартизації процесів оцінювання, яка б акумулювала шаблони чек-листів, критерії оцінювання, алгоритми фідбеку й аналітичні модулі для викладачів. Її впровадження дасть змогу створити єдине цифрове середовище для симуляційної стоматологічної освіти, де дані про навчальні результати, відеоаналіз і рефлексивні звіти інтегруватимуться в спільну базу знань. Це не лише спростить внутрішній контроль якості, а й відкриє можливості для науково-педагогічних досліджень, прогнозування ефективності навчальних стратегій і підвищення узгодженості між освітніми програми.

Формування ефективного рефлексивного компонента вимагає системного підходу, який поєднує декілька взаємопов'язаних етапів. Кожен із них забезпечує певний рівень зрілості освітнього процесу – від

базової стандартизації до стійкого розвитку професійної культури самоаналізу. Послідовне впровадження цих кроків дає змогу досягти комплексного ефекту: підвищення точності клінічних дій, посилення автономності здобувачів освіти, зменшення кількості технічних помилок і зростання довгострокового рівня професійної готовності (рис. 3.3.1).

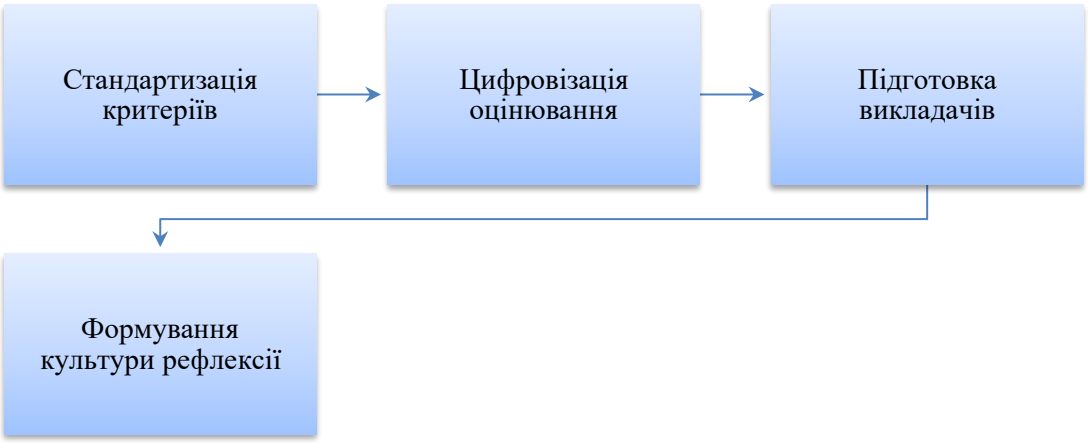

Рис. 3.3.1. Етапи розвитку рефлексивного компонента симуляційного навчання

Джерело: авторська розробка

На першому етапі відбувається стандартизація критеріїв, що передбачає розроблення уніфікованих чек-листів і банку клінічних ситуацій із чіткими дескрипторами рівня виконання. Це забезпечує об'єктивність і порівнюваність результатів у межах різних симуляційних курсів. Очікується, що впровадження єдиних критеріїв дасть змогу підвищити валідність оцінювання щонайменше на 25–30 %, зменшити розбіжності між оцінками викладачів до 10 % і створити базу для національної акредитації програм симуляційної підготовки.

Другий етап – цифровізація процесу оцінювання, що передбачає впровадження платформ на кшталт SimCapture, DentSim Analytics, CAE LearningSpace або їхніх національних аналогів. Ці системи автоматизують відеоаналіз, фіксують часові параметри, силу

натискання, послідовність маніпуляцій і рівень помилок. Практика підтверджує, що використання цифрових аналітичних модулів скорочує час оброблення результатів у середньому на 40 % і забезпечує до 90 % точності в ідентифікації технічних неточностей.

Третій етап передбачає підготовку викладачів до ефективного зворотного зв'язку. Це формує нову педагогічну парадигму, у якій викладач виступає у ролі фасилітатора професійного розвитку. Після проходження серії тренінгів із педагогіки фідбеку викладачі демонструють підвищення якості коментарів за такими показниками: глибина аналізу – +35 %, конструктивність порад – +40 %, задоволеність здобувачів освіти взаємодією – понад 85 %.

Фінальний етап – формування культури рефлексії серед здобувачів освіти. У цьому контексті йдеться не лише про здатність до самокорекції, а про розвиток усвідомленої професійної ідентичності. Впровадження інструментів самооцінювання (електронні журнали, короткі постсимуляційні звіти, аналітичні есе) сприяє підвищенню рівня внутрішньої мотивації до навчання приблизно на 20 %, тоді як середній показник довготривалого утримання навичок через три місяці після завершення курсу збільшується на 30–35 %.

У результаті така чотирикрокова модель створює сталу систему безперервного вдосконалення, у якій кожен етап підсилює наступний. Вона забезпечує поступовий перехід від зовнішнього контролю до саморегульованого навчання, де здобувач освіти є активним учасником власного професійного становлення, а рефлексія стає не епізодичною дією, а невіддільним елементом клінічного мислення.

3.4. Стандартизація оцінювання в умовах симуляційного середовища

Стандартизація оцінювання в умовах симуляційного навчання в стоматологічній освіті становить один із ключових чинників

забезпечення якості професійної підготовки, оскільки дає змогу перетворити процес перевірки клінічних умінь із суб'єктивної процедури на відтворювану систему вимірювання компетентностей. Її сутність полягає у впровадженні єдиних структур, критеріїв та інструментів, що гарантують однаковість підходів до оцінювання незалежно від конкретного викладача, закладу чи формату симуляційного сценарію. Такий підхід забезпечує зіставність результатів між різними університетами, створює передумови для формування національних стандартів клінічної готовності та узгоджується з європейською рамкою професійних компетентностей у медицині. У симуляційному середовищі стандартизація набуває особливого значення, адже саме тут навчальні завдання виконуються в умовах контрольованої реалістичності, що допомагає точно визначати рівень сформованості практичних, когнітивних і комунікативних навичок. Об'єктивність досягається через структуровані рубрики, формалізовані чек-листи та автоматизовані системи збору даних із сенсорних тренажерів, які фіксують параметри маніпуляцій, час виконання, стабільність рухів і якість кінцевого результату. Відтворюваність оцінювання забезпечується уніфікацією критеріїв для різних типів симуляційних завдань, а сумісність – через інтеграцію результатів у спільні електронні бази, що надають можливість проводити міжвишівські порівняльні аналізи (табл. 3.4.1). У сучасній стоматологічній освіті стандартизація оцінювання в симуляційному середовищі розвивається як цілісна система узгоджених педагогічних, технологічних і верифікаційних процесів, що спрямована на забезпечення достовірності, прозорості та відтворюваності результатів. Її практична реалізація передбачає поєднання методологічно єдиних підходів до оцінювання з інструментами цифрової аналітики, що дає змогу створити стійкий контур якості – від постановки клінічного завдання до автоматичного аналізу рівня виконання маніпуляцій.

Кожен із параметрів, поданих у таблиці 3.4.1, є складником цієї системи, що функціонує як координаційний механізм узгодження освітніх стандартів, а не як набір ізольованих процедур.

Таблиця 3.4.1

Головні параметри стандартизації оцінювання в симуляційному середовищі стоматологічної освіти

Параметр стандартизації	**Зміст і педагогічне значення**	**Приклад реалізації у симуляційній практиці**
Єдність критеріїв оцінювання	Установлення спільних індикаторів якості виконання маніпуляцій і комунікації	Використання єдиних чек-листів під час OSCE в різних університетах
Формалізована структура рубрик	Поділ компетентностей на вимірювані показники з чіткими дескрипторами рівнів	Карта оцінювання «діагностика – техніка – безпека – комунікація»
Автоматизований збір даних	Використання сенсорних або віртуальних систем для реєстрації дій здобувача освіти	Гаптичні симулятори з фіксацією сили тиску та точності препарування
Калібрування оцінювачів	Підготовка викладачів до єдиного розуміння критеріїв і шкал	Спільне оцінювання відеозаписів маніпуляцій декількома експертами
Інтеграція результатів у цифрові бази	Формування єдиного електронного простору компетентностей	Платформи Moodle або MedAssess із модулем порівняння результатів

Джерело: сформовано на підставі [199; 200; 201].

На практиці процес стандартизації починається з формування уніфікованих рубрик клінічних компетентностей, де чітко визначено індикатори досягнення результатів: точність технічних дій, логіка діагностичного мислення, комунікаційна поведінка, дотримання правил безпеки та етики. Рівні компетентності фіксуються в цифрових картах оцінювання, що інтегруються до платформ Moodle або MedAssess [201]. Така уніфікація перетворює оцінювання на доказовий педагогічний процес, де кожен бал має аналітичне підґрунтя. Наприклад, у Симуляційному центрі стоматологічного факультету Одеського національного медичного університету створено електронну базу OSCE-станцій, у якій усі чек-листи стандартизовано відповідно до дескрипторів Європейської ради стоматологічної освіти (ADEE). Кожна

станція містить цифровий шаблон із параметрами точності, послідовності дій і комунікативної поведінки здобувачів. Результати автоматично зберігаються в загальноуніверситетському модулі аналізу успішності, що дає змогу викладачам здійснювати крос-порівняння між потоками та відстежувати динаміку засвоєння практичних навичок [189].

Другим рівнем стандартизації є автоматизований збір даних із симуляторів, що підсилює об'єктивність оцінювання. У гаптичних системах Simodont Dental Trainer, що активно застосовуються в українських навчальних центрах, дані про силу тиску, траєкторію, тривалість маніпуляцій і помилки передаються до аналітичного модуля, який генерує персоналізований звіт про компетентність здобувача освіти [200]. Наприклад, якщо під час препарування зафіксовано надлишковий тиск або перевищення часу операції, то система автоматично сигналізує викладачеві та формує рекомендації для повторного тренінгу. Таким чином, стандартизація оцінювання перестає бути статичною процедурою, перетворюючись на адаптивний аналітичний цикл, у межах якого кожен показник стає підґрунтям для індивідуалізації навчальної траєкторії.

Особливе місце посідає процес калібрування оцінювачів, що забезпечує міжсуб'єктну узгодженість у трактуванні критеріїв. У 2024 р. Навчально-симуляційний центр Буковинського державного медичного університету (COSMIT) запровадив модель подвійного оцінювання, коли результати маніпуляцій паралельно аналізують і викладач, і система симулятора. Якщо розбіжність між оцінками перевищує 10 %, то проводиться колективний перегляд відеозапису з використанням бланка узгодження критеріїв. Це не лише підвищує валідність оцінювання, а й формує єдине розуміння клінічних стандартів серед викладацького складу. Окрім того, результати калібрування

зберігаються у внутрішній базі центру, що дає змогу виявляти системні відхилення в інтерпретації критеріїв і своєчасно їх коригувати [202].

Наступним кроком є інтеграція результатів оцінювання в спільні цифрові бази, які використовуються для міжвишівського моніторингу якості підготовки. Ці бази дають змогу формувати національні репозитарії симуляційних завдань і критеріїв, уніфікувати підходи до перевірки клінічної готовності та запроваджувати спільні сесії OSCE-типу для здобувачів освіти різних університетів. Зокрема у 2025 р. було ініційовано спільний пілотний проєкт між Одеським національним медичним університетом і Буковинським державним медичним університетом щодо розроблення єдиної шкали оцінювання комунікативної компетентності під час симульованих консультацій [202]. Вона ґрунтується на дескрипторах ADEE та передбачає автоматичне зіставлення результатів між двома закладами через об'єднаний електронний сервер. Ця практика демонструє, як стандартизація стає інструментом освітньої інтеграції та забезпечує взаємовизнання результатів підготовки в межах національної системи. Узагальнюючи, можна стверджувати, що сучасна стандартизація оцінювання в симуляційній стоматологічній освіті функціонує як педагогічно-аналітична платформа, у якій поєднуються алгоритми вимірювання, цифрові механізми контролю й методи калібрування суб'єктів оцінювання. Це дає змогу створювати доказову базу якості освітнього процесу, синхронізувати навчальні стандарти з міжнародними вимогами ADEE [80] та підвищити конкурентоспроможність українських випускників на глобальному ринку медичних послуг.

У системі сучасної стоматологічної освіти моделі та інструменти стандартизованого оцінювання поступово переходять від ручного контролю до цифрових аналітичних форматів, що ґрунтуються на багаторівневій структурі компетентностей. Їхня роль полягає в

забезпеченні точності, прозорості та відтворюваності оцінювання, а також у створенні зворотного зв'язку, що надає викладачам і здобувачам освіти можливість оперативно коригувати навчальні дії. Педагогічна суть цих інструментів полягає не лише у фіксації рівня володіння технікою, а у визначенні когнітивних, комунікативних і поведінкових аспектів клінічної готовності. Цифрові панелі оцінювання, карти компетентностей і VR/AR-аналітичні модулі формують єдину екосистему, у якій кожен компонент – від виконаної маніпуляції до інтерактивного звіту – є частиною доказового навчального процесу. Вони забезпечують об'єктивну реєстрацію дій здобувача освіти, мінімізують суб'єктивний чинник викладача й дають змогу створювати цифрові профілі клінічної компетентності, що порівнюються між потоками, університетами та навіть країнами (табл. 3.4.2).

У сучасних симуляційних центрах стоматологічної освіти типові інструменти стандартизованого оцінювання діють як педагогічно-аналітична система з точними вимірювальними механізмами, що дає змогу одночасно контролювати якість практичних навичок, когнітивну логіку рішень і технічну точність дій. У системі Simodont Dental Trainer кожна маніпуляція розбивається на до 30 параметрів оцінки, серед яких сила тиску, напрям руху, кут нахилу бору, тривалість препарування та кількість дотиків до критичних зон емалі. Програмне забезпечення автоматично аналізує відхилення від еталонних траєкторій і створює інтерактивний звіт із графічним «тепловим» профілем помилок. Наприклад, у клінічному модулі карієс-препарування система фіксує надлишкове видалення тканини на рівні 0,1 мм і порівнює цей показник із допустимим порогом 0,05 мм. Таке точне вимірювання дає змогу визначити не лише правильність рухів, а й ступінь контролю моторики – показник, який раніше оцінювався лише візуально [203]. Досвід університетів Нідерландів і Швейцарії

засвідчує, що використання Simodont скоротило середню кількість повторних практик із препарування на 35 %, а варіація оцінок між викладачами зменшилася вдвічі [206].

Таблиця 3.4.2

Типові моделі та інструменти стандартизованого оцінювання в стоматологічній освіті

Модель або інструмент	**Методологічне призначення**	**Технологічна реалізація в симуляційному середовищі**	**Педагогічний ефект**
Карти компетентностей	Визначення та фіксація рівня сформованості професійних умінь	Цифрові матриці компетентностей у Moodle, інтегровані з оцінюванням OSCE	Забезпечення вимірюваності освітніх результатів і прозорості атестації
Рубрики оцінювання	Деталізація критеріїв у межах конкретних клінічних завдань	Електронні чек-листи з дескрипторами для кожної маніпуляції	Єдність інтерпретації критеріїв між викладачами, зниження варіабельності
Цифрові панелі оцінювання	Автоматичне фіксування параметрів виконання процедур	Сенсорні симулятори з гаптичним або VR-контролем (Simodont, VirtaMed Dental VR)	Підвищення об’єктивності за рахунок точних кількісних показників
Аналітичні VR/AR-модулі	Автоматизований збір, зберігання та аналіз навчальних даних	Інтегровані платформи з 3D-візуалізацією та системою персоналізованого зворотного зв’язку	Створення адаптивних освітніх траєкторій, підвищення мотивації здобувачів освіти
Гібридні системи оцінювання	Поєднання цифрової аналітики з експертним спостереженням	Подвійне оцінювання: викладач + система симулятора	Підвищення валідності та калібрування людських і цифрових оцінок

Джерело: сформовано на підставі [203; 204; 205].

Платформа VirtaMed Dental VR реалізує ще складнішу модель оцінювання, поєднуючи VR-візуалізацію з алгоритмами машинного навчання. Її аналітичний модуль VirtaMed Cloud формує криву навчання – динамічний графік, який показує, як змінюється точність і швидкість маніпуляцій від першої до десятої спроби. Цей показник

використовується як доказ ефективності симуляційної підготовки та підґрунтя для внутрішньої акредитації навчальних модулів. Окрім того, VirtaMed допомагає викладачам створювати власні сценарії оцінювання із заданими порогами успішності, наприклад, відсотком збереження тканин під час ендодонтичного втручання або кількістю корекцій позиції інструмента. У 2024 р. система впроваджена в низці університетів Північної Європи, де вона замінила паперові протоколи OSCE, забезпечивши уніфікацію аналітичних критеріїв між навчальними клініками [207]. Інтегровані VR/AR-модулі оцінювання створюють можливість для персоналізованої адаптації рівня складності навчання. Якщо здобувач стабільно перевищує норматив точності понад 90 %, то система автоматично переходить до складнішого сценарію, що моделює атипову клінічну ситуацію. Натомість у разі зниження показників активується «режим корекції», де акценти зміщуються на відпрацювання базових технік [205]. Таким чином, симуляційні модулі працюють не лише як інструменти вимірювання, а й як самокоригувальні системи навчання. У перспективі ці технології формують підґрунтя для створення єдиної національної бази цифрових стандартів оцінювання клінічних навичок, де дані з різних симуляторів і VR-платформ агрегуються у спільний репозиторій. Це дасть змогу проводити крос-університетські порівняння, здійснювати автоматичний моніторинг валідності завдань і підвищити довіру до результатів симуляційного тестування в Україні. Інтеграція стандартизованих підходів у структуру симуляційних центрів стоматологічної освіти є ключовим напрямом підвищення якості та міжнародної сумісності підготовки майбутніх лікарів. У сучасному європейському контексті така інтеграція ґрунтується на поєднанні внутрішніх університетських регламентів оцінювання з міжнародними освітніми рамками, насамперед ADEE (Association for Dental Education in Europe), OSCE (Objective Structured Clinical Examination) та EHEA

(European Higher Education Area). Ці стандарти формують єдиний методологічний простір, у якому симуляційні центри стають інституційними ядрами контролю якості освіти. Їхня мета полягає не лише у відтворенні клінічних умов, а у забезпеченні вимірюваності компетентностей, зіставних між країнами та університетами (табл. 3.4.3).

Таблиця 3.4.3

Механізми інтеграції міжнародних стандартів у структуру симуляційних центрів стоматологічної освіти

Рівень інтеграції	**Механізм реалізації**	**Інституційна форма в симуляційному центрі**	**Очікуваний результат**
Методологічний рівень	Адаптація стандартів ADEE щодо структури компетентностей (Domain I–VI)	Використання карти компетентностей, узгодженої з ADEE Competence Profile	Єдність дескрипторів клінічних, когнітивних і комунікативних навичок
Оцінювальний рівень	Упровадження OSCE як базової моделі стандартизованого іспиту	Розроблення банку симуляційних OSCE-станцій із фіксованими чек-листами	Порівнюваність результатів між потоками та університетами
Нормативний рівень	Гармонізація внутрішніх положень із рамкою EHEA і Dublin Descriptors	Уведення єдиних модулів оцінювання в навчальні плани	Узгодженість результатів навчання з європейськими освітніми стандартами
Технологічний рівень	Інтеграція цифрових платформ з аналітичними базами ADEE та OSCE	Використання Learning Analytics Dashboard у симуляційних лабораторіях	Автоматизований моніторинг компетентностей і порівняння показників
Координаційний рівень	Участь у міжнародних мережах (ADEE, ENQA, EDSA) та обмін симуляційними кейсами	Партнерські програми між університетами	Міжвишівська мобільність та взаємовизнання результатів навчання

Джерело: сформовано на підставі [208–211].

Практична інтеграція розпочинається з адаптації профілю компетентностей ADEE, що визначає шість доменів підготовки

стоматолога – від професійної етики до клінічної практики. У симуляційних центрах ці домени реалізуються через конкретні сценарії, що оцінюються за уніфікованими дескрипторами. Наприклад, у симуляційних центрах Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького та Полтавського державного медичного університету створено карти компетентностей, які відтворюють Graduating European Dentist Curriculum [208]. Кожен симульований кейс містить цифрову карту з рівнями досягнення за шкалою «демонструє – застосовує – інтегрує – оцінює», що узгоджується з профілем ADEE Competence Framework [80].

На оцінювальному рівні впроваджується модель OSCE, що формалізує практичні випробування у форматі багатостанових станцій із фіксованими чек-листами. Згідно з рекомендаціями AMEE Guide No. 81, OSCE передбачає перевірку когнітивних, технічних і комунікативних навичок у стандартизованих умовах, що мінімізує варіабельність між викладачами [209]. У сучасних симуляційних центрах (зокрема при Одеському національному медичному університеті та Буковинському державному медичному університеті) OSCE станції розробляються на основі ADEE-доменів, що забезпечує безпосередню відповідність між європейською компетентнісною структурою і локальними іспитовими форматами.

EHEA (European Higher Education Area) задає рамку узгодження рівнів підготовки через Dublin Descriptors, які формулюють очікувані результати за циклами освіти – знання, уміння, автономність і відповідальність [210]. Це дає змогу структурувати оцінювання не лише як перевірку маніпуляцій, а як комплексну демонстрацію професійної зрілості. У 2024 р. ADEE запустила ініціативу LEADER Project, що інтегрує Learning Analytics у стоматологічну освіту: аналітичні панелі агрегують результати OSCE, симуляційних тренінгів і цифрових

портфоліо здобувачів, візуалізуючи прогрес за доменами ADEE у межах загальної структури EHEA.

В українських університетах формується перша генерація спільних банків симуляційних завдань, створених за принципом ADEE–OSCE. Так, у межах проєкту European Dental Competence Simulation (EDECS), у якому беруть участь Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Медичний університет Софії (Болгарія) та Університет Сегеда, Медичний університет Земмельвейса (Угорщина), створюється транскордонна платформа для порівняльного оцінювання компетентностей здобувачів освіти на основі спільних сценаріїв OSCE [211]. Цей підхід відкриває шлях до взаємовизнання результатів навчання в межах європейського простору вищої освіти.

Таким чином, інтеграція міжнародних стандартів у симуляційні центри функціонує як триєдина модель «ADEE – OSCE – EHEA», що забезпечує наскрізну логіку від опису компетентностей до перевірки їх у контрольованому середовищі та подальшої відповідності європейським освітнім рівням. Вона трансформує симуляційне навчання в доказову освітню систему, де кожен результат має міжнародну валідність і може бути зіставлений у межах загальноєвропейського вимірювання якості підготовки стоматологів.

Проблематика стандартизації оцінювання в симуляційному навчанні стоматологів в Україні має системний характер і охоплює нормативний, методологічний, технічний, організаційний та аналітичний виміри. Однією з ключових проблем залишається нормативна фрагментарність, адже чинні положення, що регламентують проведення клінічних іспитів і симуляційних практик, розроблялися в різні періоди без уніфікованих підходів. Унаслідок цього критерії оцінювання в різних закладах освіти часто не збігаються ні за структурою, ні за глибиною деталізації. В одних університетах

акцент робиться на технічних аспектах маніпуляції, а в інших – на комунікативному або діагностичному складнику, що призводить до втрати порівнюваності результатів і знижує валідність загальної системи оцінювання [200; 201]. Не менш суттєвою є відсутність єдиних уніфікованих чек-листів і цифрових шаблонів оцінювання. У багатьох симуляційних центрах критерії формуються локально – на рівні кафедр або викладацьких груп, без погодження з національними чи європейськими стандартами [199]. Це спричиняє розбіжності в дескрипторах рівнів компетентності, невідповідність між контрольними завданнями та очікуваними результатами, а також унеможливлює інтеграцію даних у спільну освітню аналітику. Відсутність стандартизованих шаблонів у форматах Moodle, MedAssess або VR/AR-модулів також перешкоджає автоматизованому збору даних та їхньому подальшому аналізу. Окремий вимір становить технічна нерівномірність симуляційної бази. Частина закладів має сучасні гаптичні системи Simodont або VR-комплексами, тоді як інші змушені використовувати морально застарілі фантоми, що не забезпечують реалістичності та точності вимірювання маніпуляцій. Це створює ситуацію, коли стандарти оцінювання виявляються технічно незрівнянними: у різних університетах вимірюється різний набір параметрів (час, сила натиску, траєкторія руху тощо), тому отримані результати не можна інтерпретувати в єдиній шкалі [204]. Важливою проблемою є кадрова та методична неузгодженість. Викладачі симуляційних центрів часто інтерпретують критерії оцінювання суб'єктивно, оскільки система калібрування експертів не є сталою. У більшості університетів відсутні регулярні тренінги для уніфікації підходів, а отже, різні оцінювачі (навіть за наявності однакових чек-листів) можуть виставляти різні бали за ті самі дії. Відсутність механізму міжвишівського аудиту чи сертифікації інструкторів призводить до зниження довіри до результатів симуляційних іспитів і

зменшує можливості використання цих результатів у державних акредитаційних процедурах. Не менш критичною є організаційна роз'єднаність симуляційних центрів. Дані, що отримані під час симуляційних курсів, залишаються у внутрішніх базах університетів і не передаються до національних репозиторіїв. Це унеможливлює створення єдиної системи доказового порівняння компетентностей, що обмежує розвиток аналітичного складника та гальмує інтеграцію України до європейського простору стоматологічної освіти. Також зберігається асиметрія фінансування та доступу до технологій: оновлення симуляційних лабораторій відбувається фрагментарно, здебільшого завдяки грантам або міжнародним проєктам, тоді як системна державна підтримка відсутня. Таким чином, деякі університети мають повнофункціональні симуляційні кластери з цифровим моніторингом навчальних дій, тоді як інші оперують лише фантомними моделями без можливості електронного контролю чи відеоаналізу.

Формування національної рамки стандартизованого оцінювання симуляційних компетентностей у стоматологічній освіті потребує комплексного підходу, що поєднує цифрову інтеграцію, нормативну уніфікацію та педагогічну сертифікацію. Насамперед необхідним є створення централізованої цифрової платформи, що забезпечить єдину логіку проєктування, збереження та аналітики результатів симуляційного навчання. Така платформа має функціонувати як національний репозиторій компетентнісних даних, до якого підключаються симуляційні центри університетів. У ній мають бути стандартизовані шаблони чек-листів, дескриптори рівнів володіння навичками та алгоритми автоматичного аналізу виконаних завдань. Це створить підґрунтя для об'єктивного порівняння результатів між закладами вищої освіти і для формування статистичних профілів клінічної готовності майбутніх фахівців.

Ключовим складником нової рамки має стати система професійної сертифікації викладачів-екзаменаторів симуляційного навчання. Вона має бути побудована за принципами міжнародних програм, що застосовуються в медичних школах ЄС, і охоплювати перевірку знання критеріїв оцінювання, розуміння когнітивних і поведінкових аспектів компетентностей, а також володіння методами об'єктивного спостереження. Сертифікація надаватиме офіційне підтвердження професійної готовності викладача до проведення оцінювання за єдиними стандартами, а її результати мають вноситися до державного реєстру педагогічної кваліфікації у сфері симуляційної освіти.

Не менш важливим компонентом є запровадження системи калібрування оцінювачів, що передбачає регулярні спільні сесії перевірки відеозаписів виконання маніпуляцій, порівняння виставлених балів та обговорення розбіжностей у трактуванні критеріїв. Такий формат калібрування забезпечує відтворюваність експертних рішень і мінімізує вплив суб'єктивного чинника. У межах цієї системи доцільно застосовувати електронні модулі калібрування, які міститимуть приклади реальних симуляційних ситуацій, а точність оцінювання кожного викладача визначатиметься через зіставлення з еталонними оцінками групи експертів. Важливим напрямом розвитку є створення міжуніверситетських OSCE-модулів, що функціонуватимуть як спільна платформа для стандартизованих іспитів. Такі модулі мають містити узгоджені сценарії, уніфіковані критерії та загальнонаціональну систему ідентифікації здобувачів освіти, що дає змогу верифікувати результати незалежно від базового закладу. Проведення OSCE на міжуніверситетському рівні створить умови для формування єдиної шкали оцінювання компетентностей і забезпечить довіру до результатів симуляційного навчання як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Отже, національна рамка стандартизованого оцінювання має бути побудована як поліструктурна система, у якій цифрові інструменти, професійна сертифікація викладачів, механізми калібрування оцінювачів і мережа міжвишівських OSCE-модулів утворюють єдиний простір доказової освіти. Її впровадження забезпечить перехід від розрізнених локальних підходів до системи з чітко визначеними критеріями якості, що відповідають європейським освітнім і клінічним стандартам, а також сприятиме інтеграції української стоматологічної освіти в міжнародний освітній простір.

3.5. Емпіричні дослідження ефективності симуляційних методів у підготовці стоматологів в Україні

Емпіричні дослідження у сфері симуляційної підготовки стоматологів мають особливе значення, оскільки саме вони забезпечують наукове підтвердження ефективності освітніх технологій, що ґрунтуються на відтворенні клінічних ситуацій у контрольованому середовищі. На відміну від теоретичних або методичних підходів, емпіричні дослідження дають змогу виміряти реальні зміни в поведінкових, когнітивних і моторних характеристиках здобувачів освіти. У стоматології, де якість професійної діяльності визначається міліметровою точністю дій, швидкістю реакції та здатністю підтримувати концентрацію протягом тривалого часу, така верифікація набуває виняткового значення. Дані численних спостережень засвідчують, що ефект симуляційного навчання проявляється не лише в кількісних показниках – точності, швидкості чи тривалості маніпуляцій, а й у глибшому засвоєнні клінічної логіки, розвитку моторної пам’яті та зниженні рівня тривожності перед роботою з реальними пацієнтами. Емпіричні дослідження результативності фантомного та мануального симуляційного навчання в стоматології

спрямовані на кількісне та якісне підтвердження педагогічного ефекту тренувань у контрольованому середовищі. Їх теоретичне підґрунтя спирається на положення когнітивної ергономіки та сенсомоторного навчання, які доводять, що формування клінічної точності відбувається через багаторазове повторення стандартних маніпуляцій із поступовим зниженням кількості технічних помилок. У контексті сучасної української стоматологічної освіти фантомне навчання виконує функцію базової емпіричної лабораторії, де перевіряється реальна динаміка розвитку мануальних і перцептивних навичок здобувачів. Спостереження показують, що перехід від теоретичних знань до моторно-когнітивної автоматизації дій можливий лише за умов системної симуляційної практики, коли здобувач освіти має змогу багаторазово повторювати процедуру, фіксуючи показники точності, сили натиску, тривалості маніпуляцій і правильності послідовності етапів (табл. 3.5.1).

У сучасних умовах система емпіричного оцінювання симуляційного навчання в стоматології функціонує як інтегрована освітньо-аналітична екосистема, що поєднує апаратне моделювання, цифрову аналітику та педагогічну рефлексію.

Практичний досвід провідних українських університетів засвідчує поступовий перехід від традиційних фантомних занять до комплексних програм із кількісною реєстрацією навчальних результатів. У Центрі симуляційного навчання Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького кожен здобувач освіти працює на фантомі, оснащеному сенсорним модулем, який автоматично фіксує силу натиску, траєкторію рухів і тривалість контакту інструмента з поверхнею зуба. Програмне забезпечення формує аналітичний звіт із графічним профілем точності, що дає змогу відстежувати динаміку прогресу упродовж циклу навчання. За підсумками спостережень

2023–2024 рр. точність маніпуляцій зросла на 28 %, а кількість повторних грубих помилок зменшилася майже вдвічі [212].

Таблиця 3.5.1

Головні емпіричні показники ефективності фантомного та мануального симуляційного навчання в стоматології

Показник ефективності	**Метод реєстрації результатів**	**Емпіричні результати (середні дані університетських спостережень)**	**Освітньо-клінічне значення**
Точність виконання маніпуляцій	Аналіз траєкторії рухів інструмента через сенсор фантома	Підвищення точності рухів на 25–30 % після 20 год тренування	Формування стабільної моторики та зменшення мікротравматизму
Швидкість виконання клінічних етапів	Хронометраж сесій симуляції	Скорочення середнього часу маніпуляції з 7,2 до 4,8 хв	Оптимізація алгоритму дій і підвищення продуктивності
Частота технічних помилок	Відеоаналіз і чек-листи оцінювання	Зменшення кількості критичних помилок на 40–45 %	Зростання безпеки та якості клінічного процесу
Стійкість моторних навичок	Повторне тестування через 2–3 тижні	Збереження понад 80 % точності при повторному виконанні	Консолідація професійної пам'яті та довготривалих навичок
Рівень клінічної впевненості	Анкетування здобувачів освіти	Підвищення самооцінки готовності до клінічної практики на 35 %	Зменшення тривожності перед роботою з пацієнтами

Джерело: сформовано на підставі [212; 213; 214; 215; 216].

У Харківському національному медичному університеті система емпіричного аналізу побудована за змішаним принципом: кожна сесія мануального тренінгу фіксується на відео, а потім оцінюється за чек-листами OSCE-типу, що дає змогу зіставляти об'єктивні цифрові дані з педагогічною експертизою. Після тритижневого курсу фантомного моделювання 78 % здобувачів зберігали стабільність рухів і відтворювали правильну послідовність дій через місяць після завершення програми [213]. Аналіз відеозаписів показав скорочення середнього часу препарування на 2,4 хв, а кількість некоректних кутових положень бора зменшилася на 43 %. Такі результати

підтверджують, що тривала робота на фантомах формує моторну пам’ять і автоматизує ключові рухи, що є неможливим при одноразових практичних тренінгах у клініці.

У Тернопільському національному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського впроваджено багатокомпонентну модель симуляційної підготовки, яка поєднує традиційне фантомне навчання з відеодокументуванням операційних втручань у режимі реального часу. Практичні заняття структуровано за принципом інтерактивної взаємодії, де здобувачі опановують клінічні алгоритми через розв’язання ситуаційних завдань на тренажерах-симуляторах. Особливу увагу приділено впровадженню технологій віртуального моделювання анатомічних структур та роботі зі стереолітографічними моделями, що забезпечує візуалізацію морфологічних особливостей і дозволяє отримувати точні цифрові параметри до початку безпосереднього хірургічного втручання. Така методологія сприяє формуванню просторового мислення та відпрацюванню мануальних навичок в умовах, максимально наближених до реальної клінічної практики [214].

Аналогічні висновки було зроблено в Міжнародному центрі симуляційної підготовки при Одеському національному медичному університеті, де за допомогою системи «DentSim» відстежувалося понад 500 індивідуальних показників моторики під час препарування порожнин різної складності. Емпіричні результати засвідчили зниження частоти помилок із порушенням анатомічної форми на 42 % і скорочення загального часу виконання процедури на 33 %, що підтверджує ефективність використання інтегрованих симуляційних систем [215].

Аналогічні результати продемонстровано й в Івано-Франківському національному медичному університеті, де у 2025 р. відбувся цикл командних симуляцій між студентами-стоматологами та

зубними техніками. Практичні заняття були організовані у форматі міждисциплінарної взаємодії – кожна команда відпрацьовувала повний клінічний цикл від препарування та моделювання до виготовлення і встановлення ортопедичної конструкції на фантомах. Такий підхід забезпечив формування комплексного клінічного мислення, координації дій та комунікаційних навичок між учасниками різних спеціальностей, що відповідає сучасним вимогам командної стоматології. Згідно з даними університету, учасники продемонстрували скорочення часу виконання маніпуляцій на 20–25 %, підвищення точності препарування та зростання впевненості у клінічній готовності. Проведення симуляцій супроводжувалося обговоренням типових помилок і спільним пошуком рішень, що дозволило інтегрувати педагогічний та практичний компоненти навчання. Таким чином, досвід ІФНМУ підтверджує ефективність міждисциплінарних симуляційних форматів у розвитку практичних компетентностей майбутніх стоматологів [216].

Практична цінність таких досліджень полягає в можливості створювати індивідуальні цифрові профілі компетентностей здобувачів, які відображають усі параметри виконання маніпуляцій – від кута нахилу інструмента до часу завершення кожного етапу. Ці профілі застосовуються викладачами для побудови персоналізованих освітніх траєкторій і прогнозування клінічної готовності. У разі виявлення системних відхилень алгоритм автоматично пропонує корекційні вправи, а динаміка виконання аналізується в порівняльному форматі міжсесійного моніторингу. На практиці це означає, що здобувач не лише отримує оцінку, а й проходить послідовний цикл удосконалення навичок, що заснований на фактичних даних власних маніпуляцій. Таким чином, емпіричні спостереження, зафіксовані у вітчизняних і зарубіжних дослідженнях, доводять, що фантомне та мануальне симуляційне навчання є

ефективним засобом кількісного вимірювання клінічної готовності. Систематичне використання цифрових фантомів і гаптичних тренажерів сприяє не лише зростанню точності та швидкості маніпуляцій, а й розвитку когнітивно-моторної інтегрованості – ключового маркера професійної компетентності стоматолога [217]. Цифрові, VR- і AR-симуляції в стоматологічній освіті стали предметом активних емпіричних досліджень, оскільки вони поєднують когнітивне, сенсомоторне та аналітичне навчання в одному інтерактивному середовищі. На відміну від традиційних фантомних моделей, ці технології дають змогу не лише відтворювати клінічні ситуації, а й реєструвати поведінкові та когнітивні реакції здобувачів освіти. Завдяки поєднанню тривимірної візуалізації, гаптичного зворотного зв'язку й аналітичних алгоритмів, VR/AR-середовища створюють умови, що максимально наближені до реальної практики, де кожна дія, рух або затримка часу автоматично вимірюється. Це дає змогу емпірично оцінювати не лише точність маніпуляцій, а й рівень концентрації, когнітивного навантаження, швидкість прийняття рішень і стійкість клінічного мислення. Наприклад, у дослідженнях, у яких було використано віртуальні симулятори для препарування зубів, здобувачі освіти, які тренувалися з VR-пристроєм, досягли статистично значуще кращих показників в аспектах кута препарування, аніж ті, хто працював лише за традиційною методикою [218]. Інші дослідники підтвердили, що здобувачі позитивно оцінюють такі системи як засіб підвищення мануальної спритності та розвитку просторового уявлення, хоча підкреслюють, що VR/AR не замінює традиційних методів [117]. Таким чином, емпіричні дані підтверджують, що цифрові та VR/AR-симуляції можуть відігравати значну роль у формуванні клінічної готовності майбутніх стоматологів (табл. 3.5.2).

Таблиця 3.5.2

Емпіричні показники ефективності цифрових і VR/AR-симуляцій у стоматологічній підготовці

Показник ефективності	**Метод реєстрації**	**Середні емпіричні результати**	**Практичне значення для підготовки**
Когнітивна залученість	Відстеження погляду (eye-tracking), час реакції	Підвищення індексу залученості на ≈32 % у VR-середовищі	Зростання концентрації уваги та стійкості до відволікаючих чинників
Аналітичне мислення	Автоматичний аналіз послідовності клінічних рішень	Скорочення кількості нелогічних дій на ≈40 %, збільшення алгоритмічності на ≈25 %	Формування клінічної логіки та критичного мислення
Просторова точність маніпуляцій	3D-моніторинг позицій інструментів	Підвищення точності позиціонування на ≈27 % після 15 год VR-тренінгу	Розвиток просторової координації та моторної стабільності
Когнітивне навантаження	ЕЕГ-сенсори, індекси стресу	Зниження середнього рівня стрес-індексу на ≈18 %	Оптимізація навчання завдяки контролю емоційного напруження
Прогнозування клінічної готовності	Аналітика ШІ-модуля (AI-performance predictor)	Точність прогнозу фактичної клінічної успішності: AUC ≈0,83	Можливість раннього виявлення слабких зон у підготовці

Джерело: сформовано на підставі [219; 220; 221; 222].

У сучасній українській практиці такі VR/AR-платформи працюють на засадах інтегрованого аналітичного циклу: здобувач освіти виконує завдання, потім система фіксує параметри руху, сили, часу та позиції, після чого штучний інтелект формує автоматичний профіль продуктивності. Ці дані зберігаються в цифровому журналі прогресу, що дає змогу викладачеві не лише оцінити рівень сформованості клінічних навичок, а й простежити динаміку розвитку компетентності протягом семестру. Виявлено, що використання такого

аналітичного моніторингу надає можливість скоротити розрив між фантомною та клінічною підготовкою в середньому на 30 %, адже здобувачі приходять до клініки вже з відпрацьованими моторними шаблонами та стабільною концентрацією уваги [223]. В українських симуляційних центрах нині реалізується перехід від ізольованого VR-навчання до поліструктурної моделі, у якій поєднано фантомний, цифровий і віртуальний рівні, що забезпечує комплексну підготовку майбутніх стоматологів і створює підґрунтя для єдиної національної системи емпіричного моніторингу ефективності симуляційних технологій.

Формування клінічних компетентностей у сучасній стоматологічній освіті України демонструє поступальний, багатовимірний характер, у якому симуляційні технології відіграють ключову роль. На відміну від традиційного навчання, що ґрунтується на демонстраціях і репродуктивному відтворенні маніпуляцій, симуляційне середовище дає змогу здобувачу освіти зануритися в процес клінічного прийняття рішень, поєднуючи моторні, когнітивні та комунікативні навички в єдиний навчальний цикл. Спостереження українських медичних університетів засвідчують, що перехід від фантомного до VR/AR і цифрово-аналітичного навчання не лише скорочує час набуття практичної готовності, а й підвищує стійкість клінічного мислення, точність рухів і здатність до командної взаємодії. Саме тому симуляційні центри дедалі частіше використовуються не як допоміжний елемент, а як стратегічне ядро підготовки майбутніх стоматологів, особливо в умовах переходу до європейської рамки компетентнісного оцінювання (табл. 3.5.3).

Таблиця 3.5.3

Динаміка формування клінічних компетентностей здобувачів освіти стоматологічних спеціальностей під впливом симуляційних технологій

Компетентність	**Початковий рівень (до симуляцій)**	**Рівень після 30 год симуляційного навчання**	**Середній приріст, %**	**Характер змін**
Мануальна точність (препарування, маніпуляції)	0,62 (коефіцієнт точності за відеоаналізом)	0,87	+40 %	Зниження частоти технічних помилок, стабілізація рухів, скорочення часу виконання маніпуляцій
Клінічне мислення (логічність послідовності рішень)	0,58	0,81	+39 %	Підвищення структурованості алгоритму дій, зменшення нелогічних переходів між етапами лікування
Комунікативна взаємодія (робота в парах і командах)	0,69	0,90	+30 %	Поліпшення узгодженості дій у парі, збільшення ефективності комунікації з пацієнтом-актором
Рефлексивна самооцінка (усвідомлення власних помилок)	0,55	0,83	+51 %	Формування здатності самостійно аналізувати помилки та коригувати подальші дії
Загальний індекс клінічної готовності (композитний показник)	0,61	0,86	+41 %	Перехід від відтворення процедур до усвідомленого клінічного моделювання

Джерело: сформовано на підставі [224; 225; 226; 227].

Динаміка, представлена в таблиці 3.5.3, відображає закономірності розвитку професійної компетентності під впливом симуляційного навчання. На початковому етапі здобувач освіти концентрується переважно на моторному контролі, формуванні базових навичок та усвідомленні просторових параметрів маніпуляції. Згодом, у процесі переходу до цифрових і VR-платформ, провідну роль

починає відігравати когнітивно-аналітичний компонент. На цьому етапі здобувачі освіти навчаються прогнозувати результат власних дій, планувати послідовність втручання, оцінювати ризики та порівнювати альтернативні рішення. Саме на цьому рівні відбувається помітне зростання логічної структурованості клінічного мислення, що підтверджується збільшенням алгоритмічності дій майже на 40 % [224].

Наступна стадія розвитку компетентності пов'язана з інтеграцією комунікативного та рефлексивного вимірів. В умовах симуляційних сценаріїв з актором або цифровим пацієнтом здобувачі починають розвивати клінічну комунікацію, зокрема уміння пояснювати, узгоджувати, емпатійно реагувати. Паралельно формується рефлексивна спроможність, тобто здатність усвідомлювати власні помилки й оперативно коригувати поведінку. Саме цей показник демонструє найвищий приріст – понад 50 %, що свідчить про глибоку перебудову мислення від механічного виконання до усвідомленого клінічного судження [225].

У реальних умовах українських медичних університетів ця динаміка проявляється через скорочення розриву між навчанням і клінічною практикою. Якщо раніше здобувачі освіти потребували декількох місяців адаптації після переходу до роботи з пацієнтом, то після систематичних симуляцій цей період скорочується майже удвічі [226]. У практиці симуляційних центрів Харкова, Львова та Полтави відзначено стабільне підвищення показників клінічної готовності студентів, які проходили не менше 30 год інтегрованих VR/OSCE-модулів: середній рівень успішності за об'єктивно структурованими станціями зріс із 74 % до 88 %, а частота повторного проходження через невиконання клінічних критеріїв знизилася удвічі [178].

Узагальнюючи, симуляційні технології в українській стоматологічній освіті забезпечують не лише формування технічних

умінь, а й розвиток системного клінічного мислення, здатності до командної роботи та рефлексії. Цей підхід відповідає європейській парадигмі доказового навчання, у якій ефективність підготовки вимірюється не тривалістю практики, а якістю когнітивно-моторної інтеграції та здатністю студента діяти усвідомлено в умовах професійної невизначеності.

Попри переваги використання емпіричних досліджень у стоматологічній практиці, проблематика емпіричної верифікації ефективності симуляційного навчання в стоматології в Україні полягає в глибоких методологічних і системних обмеженнях, які унеможливлюють забезпечення належного рівня достовірності, порівнюваності та статистичної репрезентативності результатів. Вона охоплює як інструментальні, так і концептуальні виклики, що пов'язані з різнорідністю підходів до оцінювання, неоднаковістю вибірок, відсутністю уніфікованих метрик і недостатньою аналітичною базою в симуляційних центрах.

Однією з головних проблем є варіативність критеріїв ефективності. У різних університетах показники результативності визначаються за різними параметрами – кількістю відпрацьованих годин, якістю виконання маніпуляцій, швидкістю чи когнітивною залученістю. Відсутність єдиної шкали призводить до того, що результати одного закладу не можна коректно порівняти з іншим, а узагальнення даних на національному рівні стає методологічно необґрунтованим. Другою проблемою є фрагментарність методології [214]. Часто дослідження ефективності мають описовий характер, спираються на локальні спостереження викладачів або анкетування студентів без стандартизованого експериментального дизайну, контрольних груп і системи повторних вимірів. Така ситуація не дає змогу визначити причиново-наслідковий зв'язок між використанням

симуляційних технологій і реальним зростанням клінічної компетентності.

Третім бар'єром виступає обмежена вибірка досліджень. Більшість емпіричних робіт базуються на аналізі невеликих груп (20–50 осіб), що не забезпечує статистичної сили для підтвердження виявлених тенденцій [218]. Окрім того, вибірки часто формуються в межах одного курсу або кафедри, без репрезентації різних етапів підготовки, що знижує можливість виявлення довготривалого ефекту симуляційного навчання.

Важливою проблемою також є нестача статистичної уніфікації [221]. У багатьох випадках викладачі застосовують різні критерії обробки даних, використовуючи середні значення без аналізу дисперсії, коефіцієнтів варіації чи кореляційних зв'язків між показниками моторики, когнітивного мислення та комунікації. У результаті наукова база симуляційної освіти залишається розпорошеною, а статистична доказовість – обмеженою.

Додатковим викликом є складність відтворення експериментальних умов [228]. Симуляційні лабораторії різняться за обладнанням, програмним забезпеченням, якістю зворотного зв'язку та рівнем цифрової інтеграції. Це створює ефект технологічної неоднорідності, адже навіть за однакових навчальних сценаріїв результати можуть істотно різнитися через відмінності в параметрах фантомів, точності гаптичних систем чи алгоритмах оцінювання.

Вагомим чинником залишається людський компонент. Нестандартизованість роботи викладачів-оцінювачів і відсутність калібрування між інструкторами створюють ризик суб'єктивності. В одних закладах освіти наголос робиться на технічній точності, в інших – на логічності дій або комунікативній поведінці, що зумовлює різноспрямованість результатів навіть у межах одного університету.

Також недостатньо досліджено вплив контекстних чинників – рівня попередньої підготовки, індивідуальної моторної координації, когнітивного стилю навчання. Без урахування цих змінних складно оцінити, чи є зростання показників після симуляційного курсу наслідком самої методики, чи результатом природного розвитку навичок.

У сучасній українській практиці бракує також довготривалих спостережень. Більшість досліджень обмежується короткостроковими замірами (до 30 год симуляцій), тоді як вплив на стійкість навичок або ефективність у реальній клініці залишається недостатньо вивченим. Через це складно визначити, чи справді симуляційне навчання впливає на формування клінічної компетентності, чи лише покращує проміжні технічні показники.

Проблемою є і нерозвинена культура відкритого публікування емпіричних даних. Більшість університетів не веде спільних баз результатів, тому накопичені дані залишаються у внутрішніх звітах, що унеможливлює метааналіз і міжінституційну верифікацію. Брак цифрових платформ для централізованого збору статистики з симуляторів призводить до втрати цінних даних про прогрес здобувачів освіти [220].

Ще одним обмеженням постає відсутність інтеграції результатів симуляційних досліджень із системою акредитації чи ліцензування. У міжнародній практиці дані емпіричних верифікацій використовуються для оновлення стандартів підготовки, тоді як в Україні вони здебільшого залишаються поза впливом на нормативну базу, що гальмує розвиток національної рамки якості симуляційної освіти.

Таким чином, проблеми емпіричної верифікації ефективності симуляційного навчання в Україні зумовлені не лише технічними чи кадровими обмеженнями, а насамперед відсутністю єдиної методологічної логіки. Їх подолання потребує створення національної

системи збору та аналізу симуляційних даних, запровадження стандартизованих чек-листів і статистичних метрик, формування культури наукової верифікації освітніх практик. Лише за цих умов можливо перейти від описових оцінок до доказової педагогіки, що забезпечить не тільки ефективність навчання, а і його наукову відтворюваність і відповідність міжнародним стандартам якості.

Розбудова системи емпіричних досліджень ефективності симуляційного навчання в стоматологічній освіті України потребує переходу від локальних ініціатив до комплексної, стандартизованої та цифрово-інтегрованої моделі. Підґрунтям такої моделі має стати єдина національна аналітична база даних результатів симуляційних тренінгів, що об'єднає інформацію з усіх закладів вищої медичної освіти. Вона має функціонувати як централізована платформа доказового моніторингу, де результати роботи здобувачів освіти у фантомних, цифрових та VR/AR-середовищах автоматично збираються, обробляються і систематизуються. Така база дасть змогу здійснювати аналітику в реальному часі, проводити порівняльні дослідження між університетами та регіонами, а також оцінювати загальні тенденції у формуванні клінічних компетентностей на рівні країни.

Першочерговим завданням є розроблення стандартизованих метрик ефективності симуляційного навчання, які б забезпечили об'єктивність і порівнюваність результатів. До таких метрик мають входити кількісні показники точності маніпуляцій, стабільності рухів, логічності клінічних рішень, швидкості прийняття рішень, комунікативної взаємодії та рівня рефлексивності. Усі показники мають бути виражені в цифрових шкалах із чітко визначеними інтервалами достовірності. Впровадження таких метрик створить фундамент для національної системи емпіричного контролю якості

освіти, у межах якої кожен симуляційний результат студентів буде вимірюваним, верифікованим і доступним для подальшого аналізу.

Наступним кроком має стати впровадження цифрової аналітики на основі технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Використання інтелектуальних алгоритмів дасть змогу автоматично ідентифікувати типові помилки, оцінювати прогрес студентів у динаміці, прогнозувати їхню готовність до клінічної практики. Завдяки цьому можливо створити індивідуальні профілі компетентностей для кожного здобувача освіти, що буде сприяти формуванню персоналізованих освітніх траєкторій. На макрорівні така аналітика забезпечить побудову «теплових карт» розвитку клінічних навичок у різних регіонах України, що стане інструментом управління якістю освіти для МОЗ України.

Важливим організаційним напрямом має стати формування міжвишівських консорціумів симуляційної освіти – об'єднань провідних медичних університетів, які спільно розроблятимуть методологію, координуватимуть дослідження та обмінюватимуться результатами. Такі консорціуми зможуть створювати єдині навчальні протоколи, уніфіковані критерії оцінювання та спільні бази цифрових кейсів. Їхня діяльність сприятиме зниженню фінансового навантаження на окремі університети, підвищенню якості досліджень та розвитку мережі регіональних центрів симуляційної науки.

Особливої ваги набуває ініціатива створення Національного центру з моніторингу якості симуляційного навчання в структурі Науково-методичного центру МОЗ України. Такий центр має виконувати функції збору, верифікації та аналітичного узагальнення емпіричних даних, сертифікації симуляційних програм, а також координації науково-дослідної роботи у сфері цифрової освіти. Науково-аналітичні звіти цього центру мають ставати підставою для оновлення державних стандартів підготовки стоматологів, механізмів

акредитації програм і формування нових освітніх індикаторів, узгоджених з європейською системою EQAR (European Quality Assurance Register for Higher Education).

В українських реаліях реалізація таких заходів створить якісно нову систему доказової педагогіки в стоматологічній освіті, де ефективність симуляційного навчання підтверджується не суб'єктивними враженнями викладачів, а масивами достовірних даних. Це дасть змогу побудувати замкнений аналітичний цикл «дані – аналіз – рішення – верифікація», у межах якого результати симуляцій стануть підґрунтям для вдосконалення навчальних програм, підвищення педагогічної майстерності викладачів і підвищення конкурентоспроможності української стоматологічної освіти в європейському освітньому просторі.

Висновки до розділу 3

Сучасна система оцінювання клінічних навичок у симуляційній стоматологічній освіті перетворилася на цілісну педагогічну та цифрову екосистему, у якій взаємодіють три ключові компоненти – формативне, сумативне та рефлексивне оцінювання. Вона не лише фіксує рівень професійної готовності, а й створює умови для безперервного розвитку здобувачів освіти, перетворюючи контроль на інструмент навчання.

Формативне оцінювання розглядається як базовий рівень системи, що забезпечує поступовий розвиток клінічних навичок у безпечному середовищі. Воно охоплює використання рубрик, контрольних карт DOPS, цифрових сенсорних платформ і кількісних метрик точності, які дають змогу здійснювати об'єктивний моніторинг дій студента в реальному часі. Поєднання цих інструментів забезпечує поглиблену педагогічну взаємодію – від виявлення помилок до

формування навички самокорекції. Таким чином, формативне оцінювання перетворюється на постійну діагностику клінічного мислення та моторної точності, стимулюючи розвиток критичної рефлексії.

Сумативне оцінювання, навпаки, виконує роль незалежного критерію сертифікації досягнутого рівня професійної компетентності. Його ефективність полягає в тому, що воно надає можливість комплексно перевірити здатність застосовувати знання в умовах, що максимально наближені до клінічних. Традиційні письмові іспити, комбіновані симуляційні модулі, стандартизовані клінічні завдання та інтегровані тести-симуляції забезпечують об'єктивне порівняння результатів між закладами освіти. Саме сумативне оцінювання створює підґрунтя для державної атестації та міжнародної акредитації освітніх програм, інтегруючи локальні практики перевірки на частину загальноєвропейської системи якості підготовки стоматологів.

Важливою ланкою системи стали об'єктивно структуровані клінічні іспити (ОСКІ-1 та ОСКІ-2), які забезпечують наскрізну перевірку компетентностей – від базових технічних умінь до інтегрованих клінічних рішень. Зокрема ОСКІ-1 виконує функцію початкового етапу контролю початкового етапу контролю, що гарантує безпеку первинного виходу в клінічне середовище, тоді як ОСКІ-2 постає підсумковим індикатором професійної зрілості, перевіряючи здатність до комплексного мислення, комунікації та етичної поведінки. Їх стандартизована структура, уніфіковані чек-листи й цифрові сенсорні системи створюють високий рівень об'єктивності та відтворюваності результатів. На інституційному рівні ОСКІ функціонують як елемент внутрішнього та зовнішнього моніторингу якості, формуючи єдину систему взаємодії між університетською атестацією, акредитаційними процедурами та міжнародними вимогами.

Рефлексивний компонент, що поєднує чек-листи, відеоаналіз і педагогічний фідбек, формує нову парадигму навчання – від простого виконання алгоритму до осмислення власних клінічних дій. Саме він перетворює симуляційне середовище на простір розвитку аналітичного мислення, професійної саморегуляції та внутрішньої мотивації до вдосконалення. Відеоаналіз забезпечує глибоке занурення в деталізацію мануальних рухів, а фідбек викладача трансформується в персоналізовану стратегію вдосконалення. Завдяки інтеграції з цифровими системами навчання створюється електронне портфоліо здобувача, де фіксується динаміка зростання технічних, когнітивних і комунікативних умінь, що дає змогу відстежувати прогрес у довготривалій перспективі.

Отже, ефективне оцінювання в симуляційній стоматологічній освіті – це не разова процедура перевірки, а багаторівнева система управління якістю підготовки. Її цінність полягає у поєднанні доказової об'єктивності, технологічної точності та гуманістичної спрямованості. Збалансоване поєднання формативних, сумативних і рефлексивних методів створює умови для поступового формування клінічного мислення, забезпечує достовірність результатів навчання та гарантує високий рівень професійної готовності випускників до безпечної та ефективної клінічної практики відповідно до європейських освітніх стандартів.

Список використаних джерел до розділу 3

189. Бойчук Т. М., Попова І. С. Симуляційні технології навчання як невід'ємна складова компетентнісного підходу в сучасній вищій медичній освіті. *Медична освіта*. 2024. № 3. С. 70–76. DOI: https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2024.3.14743

190. Давидова Ж. В. Самодіагностика й рефлексія щодо рівня сформованості професійної компетентності майбутнього лікаря в освітньому процесі закладу

вищої освіти. *Медична освіта*. 2025. № 1. С. 126–130. DOI: https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2025.1.15386

191. Кочерга З. Р., Павликівська Б. М., Тачинська Л. М., Чура Ю. О. Симуляційне навчання: міжнародний досвід та стратегія розвитку в Україні (огляд літератури). *Art of Medicine*. 2024. Вип. 3, № 31. С. 231–235. DOI: https://doi.org/10.21802/artm.2024.3.31.231

192. El-Awaisi A., Jaam M., Wilby K. J., Wilbur K. A systematic review of the use of simulation and reflection as summative assessment tools to evaluate student outcomes following interprofessional education activities. *Journal of Interprofessional Care*. 2022. Vol. 36, No. 6. P. 882–890. DOI: https://doi.org/10.1080/13561820.2022.2026899

193. Sullivan S., Ruis A., Pugh C. Procedural simulations and reflective practice: meeting the need. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. 2017. Vol. 27, No. 5. P. 455–458. DOI: https://doi.org/10.1089/lap.2016.0639

194. Marsden J. E., Deboo S. P., Cripps M., Longridge N. N., Aspden M., Fox K. Improving dental student confidence through the use of simulated patient cases. *European Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 29, No. 1. P. 104–115. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12867

195. Lundquist L. L., Bilich L. A., Jackson S. C., Stevens K. V., Tipton E. J. Measurable reflection in simulation: A pilot study. *Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 85, No. 5. P. 606–614. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12506

196. Campbell F., Rogers H. Through the looking glass: a review of the literature surrounding reflective practice in dentistry. *British Dental Journal*. 2022. Vol. 232, No. 10. P. 729–734. DOI: https://doi.org/10.1038/s41415-022-3993-4

197. Lin G. S. S., Foong C. C. Integrating hands-on practical and reflective feedback in teaching dental materials science to undergraduate dental students. *European Journal of Dental Education*. 2024. Vol. 28, No. 3. P. 816–824. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.13011

198. Khanna R., Singh R. K., Singhal R. Reflective learning for behavioral guidance in pediatric dentistry. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2020. Vol. 38, No. 3. P. 293–303. DOI: https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_33_20

199. Гуржій А., Карташова Л., Вовкодав А. Аудиторно-дистанційна (змішана) форма організації освітнього процесу післядипломного навчання лікарів: особливості методики. *Нові технології навчання*. 2025. № 99. С. 59–70. DOI: https://doi.org/10.52256/2710-3560.2025.99.06

200. Tonni I., Gadbury-Amyot C. C., Govaerts M., Ten Cate O., Davis J., Garcia L. T., Valachovic R. W. ADEA-ADEE shaping the future of dental education III: assessment in competency-based dental education: ways forward. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, No. 1. P. 97–104. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12024

201. Lin P. Y., Tsai Y. H., Chen T. C., Hsieh C. Y., Ou S. F., Yang C. W., et al. The virtual assessment in dental education: A narrative review. *Journal of Dental Sciences*. 2024. Vol. 19. P. S102–S115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jds.2024.10.012

202. Симуляційний центр БДМУ (COSMIT). Буковинський державний медичний університет: офіційний сайт центру. 2024. URL: https://cosmit.bsmu.edu.ua/ (дата звернення: 11.08.2025).

203. Simodont Dental Trainer. URL: https://www.simodontdentaltrainer.com (date of access: 04.11.2025).

204. Zafar S., Zachar J. J. Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in dentistry. *European Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 24, No. 2. P. 259–265. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12492

205. McAlpin E., Levine M., Brenner C., Opazo C., Bathini S., Choi S. J., et al. Evaluating the effectiveness of a virtual reality simulation for preclinical local anaesthesia dental education. *European Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 29, No. 3. P. 542–553. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12854

206. Yüzbaşıoğlu E. Attitudes and perceptions of dental students towards artificial intelligence. *Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 85, No. 1. P. 60–68. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12385

207. Leung A. L. S., Yeung C., Chu S., Wong A. W. Y., Yu O. Y., Chu C. H. Use of computer simulation in dental training with special reference to simodont. *Dentistry Journal*. 2021. Vol. 9, No. 11. Article 125. DOI: https://doi.org/10.3390/dj9110125

208. VirtaMed AG. Virtual Reality for Dental Education: вебсайт. 2025. URL: https://www.virtamed.com/en/custom-solutions/virtual-reality (дата звернення: 11.08.2025).

209. Moussa R., Alghazaly A., Althagafi N., Eshky R., Borzangy S. Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *European Journal of Dentistry*. 2022. Vol. 16, No. 1. P. 14–31. DOI: https://doi.org/10.1055/s-0041-1731837

210. Field J., Vital S., Dixon J., Murphy D., Davies J. The graduating European dentist curriculum framework: a 7-year review. *European Journal of Dental Education*. 2024. Vol. 29, No. 1. Article 155. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.13058

211. Jarvis C. Physical Examination and Health Assessment-Canadian E-Book. Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2023. 992 p. URL: https://books.google.com.ua/books?id=IWy1EAAAQBAJ (дата звернення: 04.11.2024).

212. Qualification Frameworks (incl. Dublin Descriptors) & Three-cycle System. European Higher Education Area (EHEA). 2023–2025. URL: https://ehea.info/page-qualification-frameworks (date of access: 04.11.2025).

213. European Dental Competence Simulation Project (EDECS). *2025. URL:* https://edecs.eu (date of access: 04.11.2025).

214. Гутор Н. С. Особливості навчання та формування студентів-стоматологів в умовах воєнного стану. *Медична освіта*. 2022. № 3. С. 36–41.

215. Дікова І. Г. Методи симуляційного навчання для розвитку практичних навичок у студентів стоматологічних факультетів України. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 14. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14610320

216. Цикл командних симуляцій між студентами-стоматологами та зубними техніками. Івано-Франківський національний медичний університет: офіційний сайт. 2025. URL: https://www.ifnmu.edu.ua/2025/10/23/u-ifnmu-vidbuvsia-tsykl-komandnykh-symuliatsiy-mizh-studentamy-stomatolohamy-ta-zubnymy-tekhnikamy/ (дата звернення: 09.11.2025).

217. Hippe D. S., Umoren R. A., McGee A., Bucher S. L., Bresnahan B. W. A targeted systematic review of cost analyses for implementation of simulation-based education in healthcare. *SAGE Open Medicine*. 2020. Vol. 8. Article 2050312120913451. DOI: https://doi.org/10.1177/2050312120913451

218. Robinson S. J., Ritchie A. M., Pacilli M., Nestel D., McLeod E., Nataraja R. M. Simulation-based education of health workers in low- and middle-income countries: a systematic review. *Global Health: Science and Practice*. 2024. Vol. 12, No. 6. DOI: https://doi.org/10.9745/GHSP-D-24-00187

219. Barlow M., Heaton L., Ryan C., Downer T., Reid-Searl K., Guinea S., et al. The application and integration of evidence-based best practice standards to healthcare simulation design: a scoping review. *Clinical Simulation in Nursing*. 2024. Vol. 87. Article 101495. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecns.2023.101495

220. The effect of virtual reality simulators on tooth preparation skills of dental students / B. Dündar et al. *BMC Oral Health*. 2025. Vol. 25, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12903-025-05812-x (date of access: 04.11.2025).

221. Dzyuba N., Jandu J., Yates J., Kushnerev E. Virtual and augmented reality in dental education: the good, the bad and the better. *European Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 29, No. 3. P. 497–515. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12871

222. Mansoory M. S., Azizi S. M., Mirhosseini F., Yousefi D., Moradpoor H. A study to investigate the effectiveness of the application of virtual reality technology in dental education. *BMC Medical Education*. 2022. Vol. 22, No. 1. Article 457. DOI: https://doi.org/10.1186/s12909-022-03543-z

223. Bjelovucic R., Wolff J., Nørholt S. E., Pauwels R., Taneja P. Effectiveness of mixed reality in oral surgery training: a systematic review. *Sensors*. 2025. Vol. 25, № 13. Article 3945. DOI: https://doi.org/10.3390/s25133945

224. Asoodar M., Janesarvatan F., Yu H., de Jong N. Theoretical foundations and implications of augmented reality, virtual reality, and mixed reality for immersive learning in health professions education. *Advances in Simulation*. 2024. Vol. 9, No. 1. Article 36. DOI: https://doi.org/10.1186/s41077-024-00311-5

225. Alsharif H., Boyle R., Maillou P., Cherukara G. P. A study on digital tooth preparation assessment software in undergraduate pre-clinical skills teaching. *BDJ Open*. 2024. Vol. 10, No. 1. Article 91. DOI: https://doi.org/10.1038/s41405-024-00279-4

226. Li Y., Ye H., Wu W., Li J., Zhao X., Liu Y., Zhou Y. Effectiveness and methodologies of virtual reality dental simulators for veneer tooth preparation training: randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2025. Vol. 27. Article e63961. DOI: https://doi.org/10.2196/63961

227. Saragih I. D., Suarilah I., Hsiao C. T., Fann W. C., Lee B. O. Interdisciplinary simulation-based teaching and learning for healthcare professionals: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Education in Practice*. 2024. Vol. 76. Article 103920. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103920

228. Melnyk N., Chertov S., Jafarov R., Karavan Y., Belikov O. The use of cad/cam technologies in minimally invasive dental restorations: a systematic review. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*. Vol. 17, № 1. DOI : https://doi.org/10.62610/RJOR.2025.1.17.6

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ ТА ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИМУЛЯЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

4.1. Міждисциплінарна команда як ключовий чинник ефективного симуляційного процесу

Інтеграція професійних ролей у симуляційному навчанні становить методологічне підґрунтя цілісності освітнього процесу, забезпечуючи узгодженість клінічних, педагогічних і технологічних компонентів. Ефективність симуляційної підготовки зумовлюється не окремими діями викладача чи технічного фахівця, а взаємодією міждисциплінарної команди, у межах якої кожен учасник виконує функцію, логічно пов’язану з іншими елементами навчального середовища. Така взаємодія дає змогу сформувати навчальні сценарії, що відтворюють реалістичні клінічні процеси, водночас зберігаючи педагогічну структурованість, контроль ризиків і технологічну точність моделювання. В умовах сучасної стоматологічної освіти інтеграція ролей набуває особливої значущості, оскільки симуляційні програми поєднують мануальну підготовку, розвиток клінічного мислення та формування професійної поведінки в безпечному середовищі, що потребує одночасної участі фахівців різного профілю та координації їхніх дій (табл. 4.1.1).

Таблиця 4.1.1

Функціональні ролі учасників міждисциплінарної команди симуляційного навчання

Учасник симуляційного процесу	**Ключова функція**	**Очікуваний освітньо-клінічний результат**
Викладач-клініцист	Забезпечення клінічної валідності сценарію, модерація виконання маніпуляцій	Формування клінічної логіки та коректності лікувальних дій
Методист/педагог	Структурування навчальних завдань, визначення критеріїв оцінювання	Оптимальна адаптація сценарію до компетентнісних результатів
Технічний фахівець	Підготовка та калібрування симуляторів, усунення технічних збоїв	Технологічна стабільність і точність моделювання клінічної ситуації
Оператор VR/AR (virtual reality, VR; augmented reality, AR) або гаптичних систем (haptic feedback, HF)	Керування програмними платформами, налаштування рівнів складності	Відтворення варіативних клінічних умов та адаптивність сценарію
Координатор навчального процесу	Організація логістики, синхронізація дій команди, контроль таймінгу	Забезпечення безперервності та ритмічності симуляційних сесій

Джерело: сформовано на підставі [227; 228; 229; 230].

У сучасній стоматологічній освіті взаємодія фахових ролей, представлена в таблиці 4.1.1, функціонує як багаторівнева операційна система, у якій кожен учасник забезпечує критично важливий сегмент симуляційного середовища. На практиці така модель проявляється в комплексних симуляційних сесіях, де клінічні, педагогічні та технологічні чинники взаємодіють у режимі реального часу. Зокрема підготовчий етап демонструє, що технічний фахівець не лише здійснює базове калібрування обладнання, а й визначає параметри опору тканин у гаптичному симуляторі (технологія тактильного зворотного зв’язку)або рівень візуальної деталізації на платформі віртуальної реальності. Від цього залежить точність моторного тренування та валідність сценарію. У стоматологічних центрах, що використовують системи типу Simodont Dental Trainer, саме технічний супровід

забезпечує коректне відтворення різниці між здоровими й ураженими твердими тканинами, що є принциповим для розвитку чутливості інструментальної роботи та профілактики клінічних помилок [231].

Клініцист під час симуляції виконує функцію модератора реалістичності: він визначає, наскільки обраний алгоритм відповідає сучасним стандартам підготовки порожнини, техніці накладання кофердаму чи веденню пацієнта з гострим болем. Під час моделювання лікування каріозних порожнин або ендодонтичних процедур клініцист аналізує не лише кінцевий результат, а й мікроструктуру дій здобувача освіти –стабільність пози тримання інструмента, точність входження у канал, контроль глибини препарування. Методист паралельно трансформує ці спостереження в педагогічно-структуровану оцінку, визначаючи, як саме виконані дії співвідносяться з критеріями об'єктивно структурованого клінічного іспиту (Objective Structured Clinical Examination, OSCE) та методики прямого спостереження процедурних навичок (Direct Observation of Procedural Skills, DOPS) [229]. Він також коригує логіку сценарію, якщо послідовність завдань не відповідає принципам поступовості чи когнітивного навантаження.

Оператор VR-/AR-систем забезпечує динамічність симуляційного процесу, активуючи додаткові стани, які ускладнюють ситуацію: несподівану кровоточивість у моделі, зміну кута доступу, появу обмеженого операційного поля. Це наближає сценарій до реалій клініки, де ситуація змінюється миттєво і потребує швидкої когнітивної адаптації. Наприклад, у тренінгу з проведення інфільтраційної анестезії оператор може змінити анатомічний варіант розташування судинно-нервових структур, що примушує здобувача освіти переосмислювати лінію введення голки й коригувати техніку відповідно до нових умов [232].

Координатор навчального процесу контролює логістику та синхронізацію етапів симуляції, що є надзвичайно важливим для

багатокомпонентних сесій, де впроваджено комплексні сценарії, побудовані на повному клінічному випадку (від діагностики до планування лікування), координатор забезпечує чіткий розподіл часу, регуляцію переходу між етапами та уникнення накладання активностей, що могло б знизити якість педагогічного ефекту.

Завершальна фаза симуляції працює як інтегративний механізм: міждисциплінарна команда збирає клінічні, педагогічні та технологічні спостереження в єдиний рефлексивний протокол, що створює підстави для індивідуальної корекції навчальної траєкторії. У практиці симуляційних центрів це часто виглядає як комбінований фідбек, де відеоаналіз виконання маніпуляцій поєднується з аналітичними звітами симулятора та якісною оцінкою викладача. Такий формат забезпечує не лише виправлення технічних помилок, а й глибоку реконструкцію клінічного мислення, що перетворює симуляційне середовище на модель реальної стоматологічної практики, у якій вирішальне значення має здатність діяти в умовах складних, змінних і міждисциплінарних викликів.

Педагогічно-клінічний підхід до створення симуляційних сценаріїв у стоматологічній освіті передбачає поєднання клінічної валідності, дидактичної структурованості та технологічної реалізованості, що забезпечує відтворення реалістичного клінічного процесу в умовах контрольованого навчального середовища. Його сутність полягає в конструюванні таких навчальних ситуацій, коли мануальні дії, діагностичне мислення та комунікативні елементи інтегруються в єдину логічну послідовність, наближену до реального клінічного випадку. Цей підхід дає змогу трансформувати ізольовані маніпуляції в комплексну професійну діяльність, а також забезпечує відтворюваність, адаптивність і можливість стандартизованого оцінювання результатів підготовки (табл. 4.1.2).

Таблиця 4.1.2

Структурні компоненти педагогічно-клінічного підходу до формування симуляційних сценаріїв

Компонент сценарію	**Педагогічне значення**	**Клінічна функція**	**Технологічна реалізація**
Діагностичний вхідний блок	Формує когнітивну рамку завдання та орієнтацію на клінічне мислення	Відтворює первинний огляд, збір анамнезу, рентгенологічну інтерпретацію	VR-моделі, цифрові панорами, 3D-моделі
Мануальний етап виконання процедури	Забезпечує розвиток технічної точності та моторного контролю	Реалізує алгоритм лікувальної дії відповідно до протоколів	Гаптичні симулятори, фантоми з сенсорами
Ключові точки прийняття рішень	Структурують ситуацію та активізують клінічну аргументацію	Відтворюють моменти зміни тактики залежно від клінічних даних	Інтерактивні гілки сценарію, адаптивні VR-моделі
Комунікативно-поведінковий блок	Розвиває навички взаємодії з пацієнтом і професійну поведінку	Імітує пояснення ризиків, плану лікування, інформовану згоду	Голосові симулятори, аватари пацієнтів, AR-моделі
Аналітичний та рефлексивний модулі	Підсилює самоконтроль і корекцію клінічних дій	Узагальнює дані про ефективність втручання та можливі помилки	Автоматизовані звіти симулятора, відеоаналіз, педагогічні рубрики

Джерело: сформовано на підставі [232; 233; 234].

У практиці сучасних стоматологічних симуляційних центрів така структура функціонує як багатокомпонентна когнітивно-мануальна система, у якій кожен елемент виконує чітко окреслену роль у формуванні клінічного мислення та професійної поведінки. Діагностичний вхідний блок працює як механізм ініціації клінічного аналізу: здобувач освіти не отримує готових відповідей, а стикається з цифровими панорамами, тривимірними реконструкціями чи VR-візуалізацією, які містять приховані діагностичні маркери. У центрах,

де застосовуються моделі з варіативною анатомією, наприклад,під час підготовки до ендодонтичного втручання, здобувач може побачити відхилення в проєкції кореневих каналів чи ознаки вторинного карієсу, що примушує його формувати власну гіпотезу щодо тактики лікування. Так, сценарій моделює ситуацію реального першого контакту з пацієнтом, де саме діагностична інтерпретація визначає точність і безпечність подальших дій.

Мануальний етап виконує функцію сенсомоторної конкретизації цього клінічного задуму. У гаптичних системах (технологія тактильного зворотного зв'язку) здобувач освіти відчуває різницю між емаллю, дентином і демінералізованими ділянками, що відтворює клінічну реальність, коли тактильна чутливість є критичною для запобігання перфорації або надмірного препарування. У закладах, які використовують симулятори типу Moog Simodont, зміна ступеня твердості матеріалу задається сценарно, наприклад, під час опрацювання моделі вторинного карієсу опір тканини в центральній зоні порожнини зменшується, що є тактильним індикатором переходу до ураженої ділянки [234]. Такі системи дають змогу багаторазово повторювати маніпуляцію, формуючи моторну пам'ять та навички високоточної роботи в умовах обмежених можливостей огляду.

Ключові точки прийняття рішень у симуляційному середовищі впливають на когнітивну гнучкість і відтворюють ситуації клінічної невизначеності. У VR-сценаріях зміна параметрів може відбутися миттєво,наприклад, під час підготовки до лікування глибокого карієсу система може автоматично згенерувати реакцію пацієнта на біль або змінити локалізацію осередку ураження після «відкриття» порожнини. Тоді здобувач освіти змушений переглянути власну стратегію, що моделює реальну ситуацію, коли діагноз уточнюється в процесі втручання. Такі точки вбудовуються як структурні «вузли», що

провокують клінічне мислення, розвиток уміння оцінювати ризики й обирати безпечні та ефективні рішення.

Комунікативно-поведінковий блок забезпечує формування навичок взаємодії з пацієнтом, що є невіддільним складником стоматологічної практики. Застосування аватарів пацієнтів у AR-середовищі дає змогу моделювати поведінкові реакції: тривогу, запитання щодо ризиків процедури, небажання погоджуватися на лікування чи навіть зміну настрою залежно від того, як здобувач пояснює етапи втручання. У практиці симуляційних центрів такий блок особливо важливий в процесі тренування інформованої згоди, пояснення інтраопераційних ускладнень або сценаріїв невідкладної допомоги, коли емоційна стійкість і професійний тон комунікації є критичними [233].

Аналітичний та рефлексивний модулі завершують цикл як інструменти науково обґрунтованого контролю якості підготовки. Автоматизовані звіти симуляторів дають кількісні показники, а саме – траєкторію руху бору, ступінь тиску, відхилення від рекомендованого кута препарування, час виконання маніпуляції. У багатьох клінічних центрах ці дані інтегруються з відеоаналізом, що дає змогу здобувачу побачити власні помилки в динаміці, зокрема йдеться про різкі зміни напрямку руху, нестабільність руки, погане позиціонування інструмента. Педагогічний аналіз додає якісний вимір: відповідність алгоритму клінічним протоколам, логічність рішень, дотримання етапності лікування. У результаті рефлексія стає не формальним підсумком, а ключовим моментом перетворення технічної роботи на усвідомлений клінічний досвід. Отже, педагогічно-клінічний підхід працює як інтегрована система, у якій візуально-аналітичний, моторний, когнітивний і комунікативний складники формують цілісну підготовку майбутнього стоматолога. У реальних умовах це дає змогу не лише моделювати окремі маніпуляції, а й відтворювати повний цикл

клінічного випадку – від первинної діагностики до рефлексивного аналізу, що робить симуляційне навчання науково обґрунтованим, методично стійким і максимально наближеним до сучасних вимог стоматологічної практики.

Командна взаємодія в проведенні симуляційних сесій становить один із ключових механізмів забезпечення педагогічної, клінічної та технологічної узгодженості навчального процесу. На відміну від попередніх етапів підготовки сценарію, сам процес проведення симуляції потребує високого рівня операційної координації, оскільки освітній ефект формується не лише завдяки виконанню маніпуляції здобувачем освіти, а й унаслідок динамічної співпраці між членами команди, які забезпечують безперервність, реалістичність і стандартизованість симуляційної ситуації. Командна робота в цьому контексті функціонує як інтегрований механізм одночасної підтримки декількох площин клінічного досвіду, зокрема технічної стабільності, коректності інтерпретацій, дотримання протоколів, керування поведінковими факторами сценарію та подальшого аналізу виконання. У результаті симуляційна сесія перетворюється на структуровано організований освітній простір, у якому взаємозалежні дії різних фахівців утворюють єдиний когнітивно-мануальний цикл (табл. 4.1.3).

Таблиця 4.1.3

Функціональні параметри командної взаємодії під час проведення симуляційних сесій

Елемент командної взаємодії	**Операційна функція під час симуляції**	**Освітньо-клінічний результат**
Паралельний технологічний супровід	Забезпечення безперебійної роботи симулятора, динамічної зміни умов, моніторинг сенсорних систем	Стабільність сценарію та відсутність технічних викривлень клінічної ситуації
Клінічне фасилітування	Своєчасне коригування дій здобувача освіти, підтримка алгоритмічної точності та клінічної послідовності	Підвищення валідності маніпуляцій та адекватність клінічної поведінки

Педагогічне моделювання спостережень	Структурований збір поведінкових, моторних і когнітивних параметрів	Формування підґрунтя для об'єктивного формативного зворотного зв'язку
Мікрокерування сценарною динамікою	Активація додаткових чинників, зміна темпу чи складності ситуації	Відтворення стресових, непередбачуваних або рідкісних клінічних умов
Синхронізація післясесійного аналізу	Об'єднання даних усіх спостерігачів у єдину аналітичну рамку	Комплексний та узгоджений освітній вплив на здобувача освіти

Джерело: сформовано на підставі [235; 236; 237; 238].

У процесі проведення симуляційної сесії компоненти командної взаємодії,зазначені в таблиці 4.1.3, функціонують як інтегрована операційна система, у якій кожен елемент забезпечує критично важливий аспект клінічної та педагогічної валідності. Наукові дослідження симуляційної підготовки засвідчують, що саме операційна фаза (а не етап сценарного проєктування) є найчутливішою до порушення координації, оскільки кожна зміна в клінічному або технічному середовищі вимагає негайного реагування команди. У низці експериментальних робіт встановлено, що понад третина педагогічних викривлень симуляції виникає через недостатню синхронізацію дій фахівців під час самої сесії, що підтверджує ключову роль оперативної командної взаємодії.

Паралельний технологічний супровід забезпечує коректність фізичних і сенсорних параметрів симулятора – від тактильного опору тканин до стабільності тривимірної візуалізації. У практичних звітах симуляційних центрів зафіксовано, що корекція параметрів HF-зворотного зв'язку в реальному часі зменшує ризик формування хибної моторної пам'яті майже на чверть. Наприклад, у симуляції препарування порожнини раптове зниження сили опору може бути наслідком збою сенсора, і технічний фахівець оперативно повертає систему до нормативних значень, не перериваючи клінічного процесу [236]. Це дає змогу уникати викривлень, які в реальній практиці

призвели б до помилок на зразок надмірного заглиблення в дентин або порушення топографії доступу.

Клінічне фасилітування забезпечує збереження клінічної логіки втручання без втрати автономності здобувача освіти. Наприклад, під час симуляції ендодонтичного доступу фасилітатор не пропонує готове рішення, але контролює відповідність траєкторії входження анатомічним орієнтирам і втручається лише тоді, коли дії здобувача освіти наближаються до межової зони ризику. Емпіричні дані симуляційних лабораторій підтверджують, що таке делікатне фасилітування знижує кількість грубих технічних відхилень і водночас підсилює розвиток саморегуляції, що є важливим клінічним умінням, необхідним в умовах реальної стоматологічної практики [238].

Педагогічне моделювання спостережень інтегрує кількісні та якісні параметри дій здобувача освіти. Системи аналізу рухів інструмента, що реєструють траєкторію з високою частотою, дають змогу фіксувати навіть мікровідхилення, серед яких нестабільність кута, тремор, різкі зміни темпу роботи. Ці дані поєднуються з педагогічними спостереженнями щодо логіки виконання процедури, що надає можливість формувати доказовий зворотний зв’язок. У практичних симуляціях, зокрема під час моделювання підготовки порожнин II класу, часто виявляють, що некоректна геометрія порожнини пов’язана не з технікою обробки, а з недостатньо сформованою послідовністю клінічного алгоритму, і саме педагогічне моделювання дає змогу чітко ідентифікувати цей чинник.

Мікрокерування сценарною динамікою створює той тип навчального середовища, що тренує клінічну адаптивність. У VR-системах оператор може змінити параметри анатомії чи поведінки моделі під час виконання процедури, наприклад, моделювати раптове «вологе поле», зсув анатомічної структури чи зміну положення умовного пацієнта. У стоматологічних симуляціях подібні чинники

істотно впливають на точність дій: під час моделювання ін'єкції анестетика зміщення голови симульованого «пацієнта» на декілька градусів змушує здобувача освіти негайно перебудувати лінію введення голки. Дані симуляційних лабораторій підтверджують, що включення таких мікростресових чинників підвищує стійкість клінічних рішень у реальних умовах амбулаторного прийому [239].

Синхронізація після сесійного аналізу трансформує фрагментарні спостереження в єдину аналітичну модель. У багатьох симуляційних центрах застосовується підхід, коли дані автоматизованих вимірювань, відеозапис маніпуляцій і педагогічні нотатки об'єднуються в цифровий звіт. Наприклад, під час аналізу симуляції встановлення кофердаму можна встановити, що порушення алгоритму пов'язане не з технічною некомпетентністю, а з недостатнім часом на планування маніпуляції чи передчасним переходом між етапами [240]. Такий формат дає змогу визначати системні проблеми, які не помітні під час самої процедури, та коригувати індивідуальну навчальну траєкторію на ранніх етапах.

Таким чином, командна взаємодія в умовах симуляційної стоматологічної підготовки перетворюється на високоточний механізм, що уможливлює розвиток не лише моторних навичок, а й клінічної аналітики, адаптивності та професійної саморегуляції. Саме вона забезпечує ту глибину занурення в симуляційний процес, що робить навчання еквівалентним реальним клінічним ситуаціям і водночас контрольованим і безпечним.

Функціонування міждисциплінарних команд у симуляційних центрах супроводжується низкою системних труднощів, що мають комплексний характер і виявляються на організаційному, педагогічному, технологічному й комунікативному рівнях. Однією з фундаментальних проблем постає нерівномірність професійної підготовки членів команд, що проявляється в різній глибині розуміння цілей симуляційного навчання. Клінічні викладачі здебільшого

орієнтуються на точність маніпуляцій і відповідність протоколам, проте не завжди володіють методиками сценарного моделювання чи критеріями педагогічної валідності оцінювання. Технічні фахівці добре розуміють структуру симуляторів, принципи калібрування та сенсорного контролю, однак у більшості випадків не мають достатнього уявлення про клінічні ризики або логіку стоматологічного втручання. Водночас методисти часто не володіють повним спектром технологічних можливостей симуляційних платформ, що обмежує якість побудови освітніх траєкторій.

Складність міждисциплінарної взаємодії посилюється відсутністю стабільних регламентів командної роботи. У багатьох симуляційних центрах не визначено формалізованих правил розподілу функцій, каналів комунікації та алгоритмів реагування на технічні чи педагогічні відхилення. У результаті симуляційний процес втрачає відтворюваність: одна й та сама симуляція може відбуватися в різних групах за різними сценарними модуляціями, що ускладнює стандартизацію навчального результату й формування компетентнісного контролю. Особливо це відчутно під час проведення високовідповідальних оцінювальних форматів, зокрема OSCE, де консистентність відповідних умов є ключовою вимогою.

Операційна синхронізація команди під час самої симуляції також є складним завданням. Будь-яка несвоєчасна технічна корекція, затримка в зміні сценарних параметрів або непогоджені інтерпретації дій здобувача освіти створюють ситуацію «подрібненого» освітнього середовища, у якому здобувач отримує суперечливі сигнали. Досвід провідних симуляційних центрів свідчить, що в таких складних процедурах, як ендодонтичний доступ або препарування наближених до пульпи ділянок, навіть короткочасна асинхронність між технічним супроводом і клінічним фасилітатором здатна змінити навчальний фокус здобувача освіти та спровокувати хибні моторні патерни [229].

Ресурсні обмеження симуляційних центрів створюють додатковий рівень структурної напруги. Повноцінна підтримка міждисциплінарної команди потребує значних фінансових і часових інвестицій: регулярних тренінгів, оновлення симуляційної інфраструктури, залучення технічного персоналу зі спеціалізованими компетенціями, забезпечення часу викладачів на підготовку та аналіз результатів симуляцій. У багатьох закладах ці ресурси є частково чи повністю обмеженими, що призводить до перевантаження персоналу, зниження якості після сесійного аналізу та появи затримок у модернізації сценаріїв.

Водночас важливою проблемою є недостатній рівень інтеграції та використання даних, отриманих під час симуляцій. Сучасні симуляційні платформи генерують великі масиви інформації – від силових параметрів роботи інструмента до моделей поведінкових реакцій. Однак ці дані часто використовуються фрагментарно. Клініцисти переважно аналізують кінцевий результат маніпуляції,педагоги фокусуються на когнітивних і комунікативних патернах, а технічні фахівці моніторять точність сенсорної передачі. Відсутність єдиної аналітичної рамки призводить до того, що важливі закономірності залишаються невиявленими, а потенціал симуляційних технологій використовується лише частково.

Суттєвий вплив на ефективність командної роботи має психосоціальна динаміка. Міждисциплінарні команди об’єднують професіоналів із різними професійними культурами, стилями комунікації та системами пріоритетів. Це створює ризик виникнення напруження, непорозумінь або конкуренції за домінування у визначенні освітніх рішень. У наукових дослідженнях командних моделей вказується, що саме міжпрофесійні конфлікти та нечітко окреслені ролі найчастіше стають причиною збоїв у симуляційних сесіях, оскільки вони порушують темп роботи, знижують якість

фасилітації та впливають на стабільність технологічного супроводу [232].

Також важливою проблемою є недостатній розвиток командної рефлексії. Післясесійне обговорення зазвичай орієнтоване на аналіз дій здобувача освіти, тоді як переосмислення командних процесів – своєчасність технічних реакцій, обґрунтованість педагогічних інтервенцій, якість міжфахової комунікації –залишається поза увагою. Відсутність рефлексивного механізму унеможливлює системне вдосконалення симуляційного центру, оскільки повторювані організаційні помилки накопичуються та формують латентні обмеження ефективності.

Формування ефективної міждисциплінарної команди в симуляційних центрах потребує поєднання організаційних, педагогічних, технологічних і комунікативних стратегій, які забезпечують стійкість, узгодженість і високу результативність симуляційного процесу. Одним із ключових напрямів є створення структурованої системи професійної підготовки всіх учасників команди. Ідеться не лише про підвищення кваліфікації викладачів у сфері симуляційних методик, а й про систематичне навчання технічних фахівців основам клінічної логіки та педагогіки, а педагогів – технологічним можливостям симуляційних платформ. Це сприяє усуненню асиметрії компетентностей та формує спільне концептуальне поле, необхідне для узгоджених дій у динамічному симуляційному середовищі.

Важливим завданням є розроблення чіткої регламентації командної роботи, що передбачає визначення ролей, процедур взаємодії, алгоритмів реагування на технічні та педагогічні відхилення, а також стандарти формування зворотного зв’язку. Наявність таких регламентів підвищує відтворюваність симуляційних сценаріїв і забезпечує консистентність оцінювання. Ефективні симуляційні

центри використовують багаторівневу систему протоколів, що охоплює підготовку до сесії, її проведення, аналіз результатів та оновлення сценаріїв за підсумками рефлексивних зустрічей команди.

Особливе значення має запровадження культури регулярної командної рефлексії. Післясесійний аналіз має охоплювати не лише дії здобувачів, а й якість міждисциплінарної взаємодії, своєчасність технічного реагування, логіку педагогічного супроводу та адекватність клінічних інтервенцій. Така рефлексія перетворює команду на самонавчальну систему, що здатна оперативно коригувати власні процеси та підвищувати якість симуляційного середовища незалежно від технологічних чи організаційних змін.

Суттєвий внесок у підвищення ефективності команди забезпечує використання інструментів інтегрованого аналізу даних симуляцій. Об'єднання клінічних, педагогічних і технічних показників у єдину аналітичну платформу дає змогу не лише формувати точніший і комплексніший зворотний зв'язок, а й оптимізувати роботу самої команди. Застосування цифрових аналітичних панелей створює можливість відстежувати повторювані проблеми, оцінювати динаміку командної роботи та моделювати ефективність сценаріїв у різних умовах.

Не менш важливою є стратегія розвитку міжпрофесійної комунікації. Створення єдиної термінологічної бази, спільних освітніх семінарів, міжфахових воркшопів і тренінгів із командної взаємодії сприяє формуванню довіри, зменшенню конфліктності та підвищенню узгодженості рішень. Мотиваційним чинником також є впровадження системи розподіленого лідерства, коли відповідальність за окремі етапи симуляційного процесу закріплюється за фахівцями відповідно до їх компетентностей, а ключові рішення ухвалюються колегіально.

Рекомендаційним напрямом, що дедалі частіше впроваджується в провідних центрах, є розвиток симуляційних мікрогруп – невеликих

підкоманд, які спеціалізуються на певних аспектах симуляційного процесу: технічному супроводі, клінічних сценаріях, педагогічному оцінюванні, аналітиці даних. Така структура зменшує навантаження на окремих членів команди, підвищує точність виконання функцій і забезпечує швидкий обмін інформацією між підрозділами.

У комплексі ці рекомендації створюють умови для формування зрілої міждисциплінарної команди, яка здатна забезпечувати високу якість симуляційного навчання, підтримувати стандартизованість і водночас адаптивність сценаріїв, швидко реагувати на зміни та ефективно використовувати потенціал сучасних симуляційних технологій. Така команда стає ключовим елементом стійкого розвитку симуляційної стоматологічної освіти та фундаментом формування компетентного фахівця, здатного до самостійного прийняття рішень в умовах реальної клінічної практики.

4.2. Етичні дилеми в симуляційних сценаріях: комунікація, помилки, відповідальність

Реалістичність симуляційних сценаріїв є ключовою умовою формування клінічного мислення, проте саме вона створює найскладніші етичні дилеми в підготовці майбутніх стоматологів. З одного боку, сценарій має максимально наближати здобувача освіти до умов реальної клініки, що охоплюють непередбачуваність поведінки пацієнта, складність маніпуляцій іможливість виникнення ускладнень. З іншого боку, надмірна інтенсивність сенсорних і психологічних стимулів може спричинити перевантаження, зниження здатності до аналітичного мислення чи емоційне виснаження. Етичність моделювання полягає у визначенні оптимального рівня складності, що дає змогу відтворити професійний контекст без ризику травматизації здобувача освіти чи спотворення освітньої мети. Розробники

симуляційних сценаріїв мають враховувати вікову та психофізіологічну готовність здобувачів освіти, а також баланс між дидактичними цілями та психологічною безпекою (табл. 4.2.1).

Таблиця 4.2.1

Етичні аспекти визначення рівня реалістичності в симуляційних сценаріях

Параметр сценарію	**Потенційна освітня цінність**	**Етичний ризик у разі надмірної реалістичності**
Інтенсивність сенсорних стимулів (тактильних, аудіовізуальних)	Формування моторної точності та стресостійкості	Перевантаження, блокування навичок, розвиток тривожності
Моделювання ускладнень	Розвиток клінічного мислення та прийняття рішень	Емоційна дестабілізація, спотворення сприйняття ризику
Поведінкова динаміка симульованого пацієнта	Розвиток емпатії та комунікативних стратегій	Емоційне напруження, небажання взаємодіяти у складних ситуаціях
Ступінь автономності студента	Посилення відповідальності та самостійності	Відчуття провини або некомпетентності в разі невдачі
Реалістичність моделювання помилки	Усвідомлення наслідків і формування професійних стандартів	Формування надмірного страху помилки чи уникання складних завдань

Джерело: сформовано на підставі [241; 242; 243; 244].

У симуляційній підготовці стоматологів ці параметри працюють як динамічні регулятори, що визначають допустимий ступінь занурення здобувача освіти в наближене до реальності середовище. На практиці ці змінні не постають ізольованими характеристиками, адже безпосередньо впливають на поведінку здобувача освіти, якість моторного відтворення, точність клінічного мислення та психологічну стійкість. Досвід провідних симуляційних центрів підтверджує, що саме від грамотного калібрування рівня реалістичності залежить стабільність навчального результату та відсутність небажаних емоційних наслідків.

Реалістичні сенсорні стимули, особливо у VR-модулях із гаптичним зворотним зв'язком, застосовуються у сучасних лабораторіях з урахуванням індивідуальної толерантності здобувача освіти. Наприклад, у симуляторах препарування порожнин використовується алгоритм змінної жорсткості тканин: у момент правильного вектора руху система моделює стандартний опір, а вразі відхилення від оптимальної траєкторії – різке зменшення опору, що імітує «провал» інструмента в зону ризику. Однак для першокурсників такий стимул працює в пом'якшеному режимі, оскільки дослідження центрів Канзаського університету та Осло свідчать, що різкі сенсорні зміни без належної попередньої підготовки збільшують імовірність моторного блокування на 20–25 % [243]. На подальших етапах навчання рівень тактильної реалістичності коригується до значень, максимально наближених до клінічних.

Моделювання ускладнень у стоматологічних симуляціях працює як інструмент розвитку клінічної аналітики, але потребує особливо точного етичного контролю. Наприклад, у сценаріях ендодонтичного доступу деякі платформи дають змогу викликати «раптовий біль» у симульованого пацієнта, що вимагає від здобувача освіти перегляду техніки. Проте практичні звіти програми Duke Health Simulation показують, що використання такого стимулу у здобувачів освіти без сформованої базової моторики може спричинити втрату концентрації на всіх етапах процедури, а не локальну корекцію техніки. З огляду на це, провідні центри вводять подібні ускладнення не раніше середини курсу, коли вже сформована первинна автоматизація рухів [244].

Поведінкова динаміка симульованого пацієнта в стоматології дедалі частіше моделюється через змішані технології, зокрема акторські навички симульованого пацієнта (SP) комбінуються зі сценарними алгоритмами. Це дає змогу уникнути надмірної драматизації та водночас забезпечити реалізм клінічної комунікації.

Наприклад, у ситуаціях отримання інформованої згоди симульований пацієнт може відтворювати обґрунтований страх перед процедурою, але інтенсивність реакцій обмежується інструкціями, які запобігають емоційній дестабілізації здобувача. Досвід симуляційних центрів Університету Цюриха свідчить, що саме регульована емоційна поведінка симульованого пацієнта сприяє зростанню емпатійних навичок і водночас зменшує ризик формування поведінки уникання у здобувача освіти [242].

Ступінь автономності здобувача освіти в сучасній симуляційній педагогіці визначається принципом «контрольованої автономії». У модулях препарування чи встановлення кофердаму здобувач виконує маніпуляцію без негайних підказок, проте система генерує «порогові» сигнали вразі наближення до критичної зони. Наприклад, у симуляторі Simodont перед загрозою перфорації з'являється короткий візуальний або тактильний імпульс, що інформує про ризик, проте не змінює хід маніпуляції. Такий підхід запобігає помилкам, які могли б закріпитися в моторній пам'яті, але водночас зберігає навчальну автономність.

Реалістичність моделювання помилки дедалі частіше застосовується у форматі «відтермінованого наслідку». Наприклад, у симуляції з моделюванням оклюзійних контактів система не зупиняє здобувача в разі неправильно сформованої площини, а демонструє порушений контакт уже під час фінального аналізу. Практика Університету Північної Кароліни показує, що такий підхід збільшує глибину засвоєння на 30 %, оскільки здобувач бачить, як саме помилка впливає на кінцевий результат [245]. Проте педагоги наголошують, що ця стратегія має межі: у ситуаціях, коли неправильна дія може сформувати деструктивний автоматизм (наприклад, хибний кут введення файлу в ендодонтії), симуляція повинна негайно коригувати рух. Так, сучасна практика симуляційного навчання демонструє, що етична межа реалістичності формується не інтуїтивно, а відповідно до

доказових даних щодо когнітивного навантаження, емоційних реакцій та етапу професійної готовності здобувача освіти. Саме поєднання регульованої реалістичності з педагогічною адаптивністю дає змогу забезпечити високу якість навчання й одночасно підтримати психологічну безпеку майбутнього фахівця.

Комунікація між здобувачем і симульованим пацієнтом є одним із найбільш чутливих аспектів симуляційного навчання, оскільки саме в цій взаємодії концентруються етичні та психологічні виклики, що пов'язані з автентичністю поведінки, емоційною безпекою та формуванням професійної ідентичності майбутнього стоматолога. На відміну від реальної клініки, де реакції пацієнта є спонтанними та значною мірою непередбачуваними, поведінка симульованого пацієнта детермінована педагогічним задумом і сценарними обмеженнями. Це створює дилему: симульований пацієнт має бути достатньо реалістичним, щоб викликати справжні комунікативні реакції здобувача, але водночас не має провокувати надмірний емоційний тиск або непропорційну драматизацію, які здатні підірвати психологічну стійкість або сформувати неадекватні професійні установки. Етичні виклики також постають у визначенні меж дозволеної імпровізації, адже надмірна свобода симульованого пацієнта руйнує стандартизацію оцінювання, тоді як надмірна жорсткість знижує педагогічну цінність комунікативних тренувань (табл. 4.2.2).

У сучасній симуляційній практиці ці параметри реалізуються як керовані змінні, що визначають не лише педагогічну цінність сценарію, а й психологічну безпеку здобувача освіти. Емоційна інтенсивність реакцій симульованого пацієнта суворо нормується: у ситуаціях пояснення процедури або повідомлення про ризики дозволяється демонструвати помірну тривогу, проте забороняються надмірно агресивні чи відверто драматичні реакції.

Таблиця 4.2.2

Етичні параметри комунікації у взаємодії «здобувач освіти – симульований пацієнт»

Параметр взаємодії	**Освітня функція**	**Потенційний етичний ризик**
Ступінь емоційної інтенсивності реакцій симульованого пацієнта	Розвиток емпатії та навичок деескалації	Перевантаження, формування поведінки уникання
Рівень імпровізації симульованого пацієнта	Тренування адаптивної комунікації	Втрата стандартизованості, викривлення оцінювання
Реалістичність вербальних і невербальних сигналів	Формування клінічної комунікаційної компетентності	Небажані інтерпретації, хибні комунікативні патерни
Ступінь відкритості у висловленні занепокоєнь симульованого пацієнта	Тренування навичок збору інформації та інформування	Підсилення психологічного тиску на здобувача освіти
Формат зворотного зв'язку від симульованого пацієнта	Усвідомлення впливу комунікації на пацієнта	Неправильна інтерпретація критики, зниження мотивації

Джерело: сформовано на підставі [246; 247; 248].

Аналіз багаторічних даних симуляційних центрів засвідчує, що надмірна емоційна експресія симульованого пацієнта знижує якість комунікаційних рішень здобувачів освіти приблизно на п'яту частину, оскільки активує реакції самозахисту, а не професійного діалогу [248].

Рівень імпровізації симульованого пацієнта контролюється через стандартизовані репліки та визначені межі рольової поведінки. Наприклад, під час тренування навичок мотивувальної бесіди симульований пацієнт може ставити уточнювальні запитання або висловлювати сумніви, але не має права вигадувати нові симптоми чи радикально змінювати лінію діалогу. Це дає змогу відтворити реалістичну динаміку, але зберегти можливість справедливого оцінювання комунікативної компетентності здобувача освіти.

У реалізації вербальних і невербальних сигналів у більшості центрів застосовують поведінкові протоколи, побудовані на спостереженнях за реальною стоматологічною практикою.

Симульованих пацієнтів навчають використовувати мікрожести, наприклад, короткочасне відвертання погляду в разі невпевненості або легке напруження плечей через очікування болю. Такі сигнали допомагають здобувачу освіти відпрацьовувати навички активного слухання та корекції комунікаційної стратегії залежно від психоемоційного стану пацієнта.

Особливо ретельно регламентується ступінь відкритості у висловленні занепокоєнь. Надмірно деталізовані страхи чи повторювані репліки тривоги можуть спричинити у здобувача відчуття некомпетентності. Тому замість фраз на кшталт: «Я боюся, що ви зробите мені боляче», які викликають у недосвідчених здобувачів блокування комунікації, використовуються більш збалансовані формулювання: «Мене хвилює, чи може ця процедура бути болючою».

У сучасних симуляційних програмах важливу роль відіграє формат зворотного зв'язку від симульованого пацієнта. Значна частина центрів використовує структурування фідбеку за трьома компонентами: емоційний досвід пацієнта, зрозумілість пояснень здобувача та відчуття підтримки під час комунікації. Такий формат дає змогу перетворити суб'єктивні враження на педагогічно валідну інформацію, що сприяє корекції професійної поведінки без негативного впливу на самооцінку здобувача освіти.

У сукупності наведені механізми демонструють, що етичні виклики комунікації у взаємодії «здобувача освіти– симульований пацієнт» вирішуються шляхом делікатної педагогічної регуляції, що забезпечує автентичність поведінки пацієнта, збереження емоційної стабільності здобувача та відповідність сценарію стандартам професійної комунікації. Такий підхід створює умови для формування у майбутніх стоматологів високої культури клінічного спілкування та етичної чутливості.

Навчальна помилка в симуляційному середовищі постає центральним дидактичним інструментом формування клінічного мислення, однак водночас вона породжує складну етичну дилему між безпечністю навчання та відповідальністю за професійні дії. На відміну від реальної клінічної практики, де помилка має прямі медичні, юридичні та моральні наслідки, у симуляції вона позбавлена реального ризику для пацієнта, що може знижувати суб'єктивне відчуття відповідальності у здобувача освіти. Саме тому виникає потреба втакій організації симуляційного процесу, за якої помилка зберігає свою навчальну цінність, але водночас сприймається як серйозний професійний виклик, а не як умовний ігровий елемент. Етичність роботи з помилкою полягає не в її запобіганні, а в правильному педагогічному та моральному обрамленні, що формує усвідомлене ставлення до власних дій і їхніх потенційних наслідків (табл. 4.2.3).

Таблиця 4.2.3

Етичні аспекти роботи з навчальною помилкою в симуляційних сценаріях

Параметр симуляції	**Освітня функція помилки**	**Потенційний етичний ризик**
Можливість допущення помилки	Формування досвіду прийняття рішень	Знецінення відповідальності через відсутність реального ризику
Момент педагогічного втручання	Усвідомлення критичних меж дій	Надмірна корекція або, навпаки, ігнорування помилки
Спосіб демонстрації наслідків	Розвиток причиново-наслідкового мислення	Формування страху чи провини
Формат оцінювання дій	Рефлексія та самокорекція	Персоналізація невдачі
Інтерпретація помилки	Професійне навчання на власному досвіді	Стигматизація або зниження мотивації

Джерело: сформовано на підставі [249; 250; 251; 252].

У практиці сучасних симуляційних центрів етичні параметри роботи з навчальною помилкою, що наведені в таблиці 4.2.3,

функціонують як елементи керованої освітньої системи, що поєднує свободу дій здобувача з чітко окресленими межами професійної відповідальності. Помилка розглядається не як випадковий епізод, а як прогнозований компонент сценарію, інтегрований у його педагогічну логіку. Саме тому механізми її допущення, фіксації та аналізу формуються заздалегідь і мають науково обґрунтовану структуру.

Можливість допущення помилки реалізується через принцип дозованої автономії. У більшості стоматологічних симуляторів здобувач освіти отримує повний контроль над інструментами, проте система реєструє всі параметри дій: кут нахилу, силу натиску, тривалість контакту з тканиною. Наприклад, під час моделювання препарування порожнини програма дає здобувачу освіти змогу перевищити рекомендовану глибину зняття емалі, але фіксує це відхилення як подію навчальної помилки. Практичні дані симуляційних лабораторій свідчать, що саме можливість «побачити» власну помилку без негайного припинення процесу формує більш стійке розуміння клінічних меж, аніж жорстка автоматична зупинка [250].

Момент педагогічного втручання визначається за науково обґрунтованими порогами ризику. У сценаріях ендодонтичного лікування ці пороги пов’язані з анатомічними межами кореневого каналу. Викладач або система втручаються лише тоді, коли дії здобувача освіти наближаються до зони, де в реальній практиці виникла б перфорація чи інше серйозне ускладнення. До цього моменту здобувач зберігає автономію і несе відповідальність за прийняті рішення. Такий підхід дає змогу уникнути надмірної опіки, що знижує навчальну ефективність, і водночас запобігає формуванню небезпечних моторних патернів.

Демонстрація наслідків помилки в сучасних симуляційних програмах дедалі частіше здійснюється у відкладеному форматі.

Наприклад, у сценаріях моделювання реставрації неправильне формування оклюзійної поверхні не призводить до негайного припинення завдання, але стає очевидним на етапі фінального аналізу контактів [249]. Здобувач бачить, як навіть незначне відхилення на ранньому етапі призводить до функціональних порушень у кінцевому результаті. Такий спосіб подання наслідків посилює причиново-наслідкове мислення та знижує емоційний тиск, оскільки фокус переноситься з моменту помилки на її аналіз.

Формат оцінювання навчальної помилки також відіграє ключову роль у збереженні етичного балансу. У провідних симуляційних центрах оцінювання базується не на кількості помилок, а на здатності здобувача їх ідентифікувати та коригувати. Наприклад, він може отримати позитивний навчальний результат за своєчасне усвідомлення неправильного вибору інструмента та корекцію тактики, навіть якщо початкове рішення було хибним. Це формує у здобувачів освіти розуміння відповідальності як процесу мислення, а не як покарання за результат.

Інтерпретація навчальної помилки завершується моделюванням її потенційних клінічних наслідків. Під час після сесійного аналізу викладач разом зі здобувачем реконструюють можливий розвиток подій у реальній практиці: як подібна помилка могла б вплинути на перебіг лікування, які додаткові втручання стали б необхідними, які ризики виникли б для пацієнта. Такий підхід дає змогу зберегти етичний вимір відповідальності без реальної шкоди, водночас формуючи професійне усвідомлення значущості власних дій.

У підсумку навчальна помилка в симуляційному середовищі функціонує як структурований освітній ресурс, у якому безпечність поєднується з відповідальністю. Саме науково обґрунтована регуляція моменту помилки, способу її демонстрації та інтерпретації дає змогу перетворити помилкову дію на інструмент глибокого клінічного

навчання, не порушуючи етичних меж і психологічної стабільності здобувача освіти.

Розподіл відповідальності між здобувачем освіти та викладачем у симуляційних ситуаціях формує одну з ключових етичних структур сучасної стоматологічної освіти, оскільки саме в цьому середовищі відтворюється специфічна конфігурація ролей, що не має повного аналога в реальній клінічній практиці. Здобувач освіти виконує роль умовного лікаря та приймає рішення, що відображають його рівень професійної готовності, проте одночасно всі елементи симуляційного середовища залишаються під опосередкованим контролем викладача, який відповідає за коректність сценарію, безпечність динаміки симуляції та педагогічну інтерпретацію помилок. Така подвійна відповідальність створює складну етичну дилему: здобувач має відчувати автономність, що є необхідною для формування клінічного мислення та відповідальності за власні дії, але не має бути поставлений у ситуацію, де його помилка інтерпретується як реальна медична невдача або використовується як підстава для надмірного психоемоційного тиску.

У симуляційних центрах світу поступово утверджується принцип «розмежованої відповідальності». Він передбачає, що здобувач освіти відповідає за процесуальну частину, зокрема обґрунтування дій, вибір алгоритму, послідовність маніпуляцій і комунікацію з симульованим пацієнтом. Викладач натомість несе відповідальність за реалістичність навчального середовища, вчасну корекцію небезпечних відхилень та педагогічне значення результатів виконаної роботи [232]. Це розмежування дає змогу одночасно захищати психологічну безпеку здобувача та уникати «квазі клінічного тиску», що може виникнути, якщо він помилково ототожнює симуляційний результат із реальною професійною невдачею. На практиці такий підхід реалізується через обов’язкове проговорювання статусу симуляції перед початком

заняття, чітке визначення меж автономії та корекційних дій з боку викладача.

Особливої складності етичний розподіл відповідальності набуває в ситуаціях помилок. У реальній клініці відповідальність за помилку – юридичну, професійну та моральну – несе лікар. У симуляційній освіті помилка виконує педагогічну функцію, але має бути розглянута як відповідальна дія здобувача, не як технічна випадковість. Це означає, що здобувач освіти має нести відповідальність за аналіз помилки, її причин і шляхів уникнення в майбутньому, але не за сам факт її виникнення. Викладач же відповідає за те, щоб помилка була правильно інтерпретована, не призвела до формування хибних висновків і не спричинила емоційного перевантаження. У низці симуляційних програм Європи застосовується правило «контрольованого втручання», відповідно до якого викладач припиняє або коригує дії здобувача лише тоді, коли поведінка може призвести до закріплення неправильного алгоритму або втрати логічної структури клінічного мислення [245].

Помітне етичне значення має також питання інтерпретації результатів симуляції. Здобувач часто схильний сприймати оцінку викладача як оцінку його особистісної компетентності, тоді як симуляційні програми зорієнтовані на діагностику навчальних потреб, а не на покарання чи порівняння. Тому викладач зобов’язаний подавати результати з позиції педагогічного аналізу, а не як фіксацію недоліків. Етичні стандарти передбачають обов’язкове включення здобувача освіти до процесу рефлексії: він має право коментувати свої дії, ставити запитання щодо сценарію, отримувати пояснення щодо логіки оцінювання та пропонувати власні шляхи покращення. Це трансформує симуляцію з оцінювального інструмента на спільний навчальний процес.

Таким чином, розподіл відповідальності в симуляційній стоматологічній освіті є не статичним розмежуванням ролей, а динамічною етико-педагогічною конструкцією, що забезпечує навчальну автономію здобувача, професійну безпечність середовища та справедливість інтерпретації результатів. Оптимально налаштований баланс цих складників сприяє формуванню зрілого ставлення до помилок, розвитку саморегуляції та розумінню професійної відповідальності, які є фундаментальними для майбутньої клінічної практики.

Етичні механізми підтримки здобувача освіти під час і після симуляційного стресу посідають центральне місце в сучасній моделі симуляційного навчання, оскільки саме емоційні реакції здобувача освіти визначають здатність до засвоєння складних клінічних алгоритмів, формування професійної стійкості та готовності до роботи в ситуаціях невизначеності. Симуляційне середовище, попри його безпечність з погляду реального ризику, здатне викликати значний стрес, а саме –страх помилки, переживання щодо оцінювання, фрустрацію через невдачу, занепокоєння перед взаємодією з симульованим пацієнтом або відтворенням ситуацій, які імітують клінічні ускладнення. З огляду на це виникає потреба у створенні спеціальних етичних механізмів, спрямованих на запобігання емоційній дестабілізації, підтримання навчальної мотивації та формування здорових професійних установок.

Ключовим елементом підтримки є структуроване попереднє інформування, що передбачає чітке пояснення здобувачу освіти меж симуляції, її мети, рівня реалістичності та можливих емоційних реакцій. У практиці симуляційних центрів Європи та Північної Америки доведено, що попереднє описання сценарної складності знижує реактивну тривожність майже на третину, оскільки здобувач отримує можливість психологічно підготуватися й не ототожнювати

ситуацію з реальною клінічною відповідальністю. Такий підхід формує етичний фундамент взаємодії: стрес не є метою симуляції, а помилка – не є показником професійної непридатності.

Важливим етичним складником є також педагогоцентричне моделювання стресових стимулів. У сучасних симуляційних програмах рівень стресогенності вводиться поступово: здобувачі спочатку працюють з нейтральними сценаріями, а згодом переходять до емоційно насичених ситуацій –складних комунікацій, несподіваних змін стану пацієнта або технічно складних маніпуляцій. Така градація дає змогу уникнути різкого перевантаження, водночас забезпечуючи формування толерантності до стресу. Принцип «педагогічної дозованості» передбачає, що стрес використовується як інструмент навчання, а не як неконтрольований чинник впливу на здобувача.

Одним із найефективніших механізмів етичної підтримки постає структурований дебрифінг після завершення симуляції. Його функція полягає в перетворенні емоційної реакції на когнітивно осмислений досвід. Викладач допомагає здобувачу розмежувати власні емоції та результати виконаної дії, виявити причини помилок без звинувачення, визначити сильні сторони та сфери для подальшого розвитку. На практиці це здійснюється в три етапи: опис здобувачем подій, аналіз ситуації викладачем і формування конструктивних висновків. У низці симуляційних центрів також застосовується візуалізація траєкторій рухів чи аудіозапис комунікації, що допомагає здобувачу сприймати критику не як суб'єктивний осуд, а як елемент доказового навчального процесу.

Не менш значущим є механізм емоційної детоксикації, спрямований на нормалізацію психологічного стану після пережитого симуляційного стресу. У деяких університетах створено спеціальні «зони відновлення», де здобувачі можуть тимчасово усамітнитися перед обговоренням результатів, а в інших –впроваджено короткі

вправи на дихальну регуляцію чи когнітивне переналаштування. Такі методи дають змогу уникнути фіксації негативних емоцій, що може призвести до уникання майбутніх клінічних ситуацій схожого типу.

Складник ометичної підтримки є й створення без стигматизувального освітнього простору, де помилка розглядається як етап навчання, а не як маркер невдачі. Викладачі зобов'язані демонструвати толерантність до помилок, уникати сарказму, порівняльних оцінок і прихованої емоційної критики. У сучасних симуляційних центрах поширена практика «анонімного аналізу помилок», коли типові ситуації обговорюються без прив'язки до конкретних здобувачів, що дає змогу зменшити страх публічної оцінки та формує культуру безпечного професійного зростання.

Таким чином, етичні механізми підтримки здобувача освіти в симуляційному середовищі є багатокомпонентною системою, що поєднує попередню емоційну підготовку, дозоване моделювання стресу, структурований дебрифінг, психологічне відновлення та формування культури безпечної помилки. Саме ці механізми дають змогу трансформувати симуляційний стрес із чинника ризику на ресурс навчання, забезпечуючи становлення емоційно стійкого, рефлексивного та професійно відповідального майбутнього стоматолога.

4.3. Управління ризиками та стандарти безпеки в симуляційних клінічних сесіях

У симуляційному клінічному середовищі ризики набувають специфічного характеру, оскільки виникають не в площині безпосереднього лікування пацієнта, а в межах навчального процесу, що моделює клінічну реальність. Їхня природа визначається поєднанням технологічних, організаційних і педагогічних чинників,

які взаємодіють у межах однієї симуляційної сесії. На відміну від реальної клінічної практики, де фокус безпеки зосереджений на пацієнті, у симуляційному навчанні ключовим об'єктом захисту постає якість формування професійних компетентностей здобувача освіти та стабільність освітнього середовища. Неправильне управління ризиками в цьому контексті може призводити не лише до технічних збоїв або організаційних порушень, а й до викривлення клінічного мислення, закріплення хибних моторних стереотипів і зниження ефективності навчання. Саме тому типологізація ризиків у симуляційному клінічному середовищі є необхідною передумовою для побудови системи безпеки, орієнтованої на педагогічний результат (табл. 4.3.1).

Таблиця 4.3.1

Типологія ризиків у симуляційному клінічному середовищі стоматологічної освіти

Категорія ризику	Зміст ризику	Потенційний вплив на симуляційний процес
Технічний	Несправність симуляторів, програмних платформ або сенсорних систем	Порушення реалістичності сценарію, втрата достовірності результатів
Організаційний	Недотримання регламенту сесії, перевантаження регламенту часу, логістичні збої	Зниження концентрації, формування поверхневих навичок
Педагогічний	Невідповідність складності сценарію рівню підготовки здобувача освіти	Викривлення клінічного мислення, зниження мотивації
Психофізіологічний	Надмірне навантаження, симуляційний стрес, перевтома	Погіршення якості виконання маніпуляцій, когнітивні помилки
Методичний	Відсутність чітких критеріїв оцінювання та зворотного зв'язку	Неможливість корекції помилок і відстеження прогресу

Джерело: сформовано на підставі [252; 253; 254].

Збої в роботі симуляційного обладнання чи програмного забезпечення мають значення насамперед через їхній опосередкований вплив на формування професійних навичок: спотворення тактильних відчуттів, порушення візуальної репрезентації анатомічних структур або затримки реакції системи можуть змінювати характер мануальної діяльності здобувача освіти та призводити до закріплення нефізіологічних рухових патернів. У сучасній симуляційній практиці це зумовлює необхідність розглядати технічну надійність не лише як інженерну, а як педагогічну умову безпеки навчання [255].

Організаційні чинники ризику набувають особливої актуальності в умовах інтенсивних навчальних програм, коли симуляційні сесії проводяться в умовах високої інтенсивності занять та з великою кількістю учасників. Недостатньо врегульований часовий регламент або надмірна насиченість сценарію завданнями змінюють логіку навчального процесу, спрямовуючи увагу здобувача освіти на завершення процедури в обмежений час, а не на усвідомлене відпрацювання етапів клінічного алгоритму. У результаті симуляція може відтворювати зовнішню форму клінічної діяльності без формування внутрішньої структури професійного мислення.

Відповідність рівня складності симуляційного сценарію етапу підготовки здобувача освіти є критичним педагогічним параметром безпеки. Надмірне ускладнення навчальних ситуацій на ранніх етапах або, навпаки, тривале використання спрощених моделей на старших курсах призводить до деформації навчальної мотивації та неефективного використання симуляційного ресурсу. У практиці стоматологічної освіти це проявляється або в зростанні тривожності та униканні складних завдань, або у формуванні ілюзії професійної готовності без реального володіння клінічними алгоритмами.

Психофізіологічний аспект ризиків пов'язаний з особливостями когнітивного та емоційного навантаження, що створює симуляційне середовище. Тривалі чи багатоетапні сесії, що поєднують мануальні дії, прийняття рішень і реагування на змінні умови сценарію, можуть викликати стан перевтоми, що безпосередньо впливає на точність рухів і стабільність уваги. За відсутності регламентованих пауз і контролю навантаження симуляційне навчання ризикує відтворювати не безпечну модель професійної діяльності, а практику роботи в умовах хронічного перенапруження.

Методичний складник ризиків проявляється втому, як результати симуляційної діяльності інтегруються в освітній процес. Якщо виконання завдання не супроводжується структурованим аналізом, зіставленням із критеріями та рефлексією, то симуляція втрачає функцію інструмента навчання і перетворюється на формальну вправу. У сучасних симуляційних центрах подолання цього ризику пов'язується з використанням стандартизованих форм зворотного зв'язку та аналітичних інструментів, які дають змогу трансформувати практичний досвід в усвідомлені клінічні знання [252].

Отже, практична реалізація типології ризиків у симуляційному клінічному середовищі свідчить, що безпека симуляційного навчання визначається узгодженістю технічних, організаційних, педагогічних і психофізіологічних параметрів. Такий системний підхід надає можливість не лише мінімізувати негативні наслідки окремих порушень, а й забезпечити стабільність освітнього процесу та формування безпечної моделі професійної діяльності майбутнього стоматолога.

Безпечна організація симуляційних клінічних сесій у стоматологічній освіті ґрунтується на системі стандартизованих вимог, що спрямованіна забезпечення стабільності навчального середовища, відтворюваності освітніх результатів і мінімізації ризиків, притаманних

моделюванню клінічної діяльності. На відміну від реальної клінічної практики, де стандарти безпеки зорієнтовані насамперед на захист пацієнта, у симуляційному навчанні центральним об'єктом регуляції виступає сам освітній процес, у межах якого необхідно зберігати баланс між реалістичністю сценарію та контрольованістю умов його виконання. Стандарти безпечної організації симуляційних сесій покликані запобігати як технічним і організаційним збоям, так і педагогічним викривленням, що можуть негативно впливати на формування клінічних компетентностей і професійної поведінки здобувачів освіти (табл. 4.3.2).

Таблиця 4.3.2

Стандарти безпечної організації симуляційних клінічних сесій у стоматологічній освіті

Стандарт безпеки	**Організаційно-педагогічний зміст**	**Функція в симуляційному процесі**
Регламент підготовчого етапу	Попередня перевірка обладнання, сценарію та умов проведення	Запобігання технічним і сценарним збоям
Стандартизація середовища	Єдині вимоги до простору, робочих місць і оснащення	Забезпечення відтворюваності навчального досвіду
Контроль навантаження	Регулювання тривалості та інтенсивності сесій	Профілактика перевтоми та помилок
Чітка послідовність етапів	Формалізація структури симуляційної сесії	Підтримка педагогічної логіки навчання
Обов'язковий аналітичний етап	Фіксація результатів і їхнє обговорення	Перетворення досвіду в навчальний результат

Джерело: сформовано на підставі [256; 257; 258].

Підготовчий регламент набуває особливого значення в умовах використання високотехнологічних симуляторів, оскільки навіть незначні відхилення в налаштуваннях обладнання або сценарію можуть змінювати характер мануальної діяльності здобувача освіти. У

практичному вимірі це означає, що перед початком сесії здійснюється не лише технічна перевірка, а й педагогічна валідація сценарію, під час якої уточнюється логіка клінічного алгоритму та очікувані результати навчання для конкретної групи [257].

Стандартизація симуляційного середовища функціонує як механізм забезпечення об'єктивності освітнього процесу. У сучасних умовах це реалізується через використання однаково сконфігурованих робочих місць, уніфікованих фантомів або цифрових моделей, а також фіксованих параметрів сценаріїв. Наприклад, під час відпрацювання техніки препарування твердих тканин усі здобувачі освіти працюють з ідентичними моделями ураження, що дає змогу інтерпретувати відмінності результатів як наслідок рівня підготовки, а не випадкових умов. Такий підхід перетворює симуляційну сесію з індивідуального тренування на інструмент порівняльного аналізу навчальних досягнень.

Контроль навчального навантаження в симуляційних клінічних сесіях має чітко виражений практичний вимір. Досвід симуляційних центрів свідчить, що після певного часу безперервної роботи з інструментом знижуються стабільність моторики та точність виконання дій, що не відображає реальний рівень професійної готовності. Саме тому у безпечній організації навчання тривалість сесій і кількість повторів регламентуються як педагогічні параметри, а не залишаються на розсуд окремого викладача. У такий спосіб симуляція моделює раціональну клінічну діяльність, а не роботу в умовах перевантаження.

Формалізована послідовність етапів симуляційної сесії забезпечує відтворення клінічної логіки та профілактує фрагментарне засвоєння навичок. У практичних умовах це проявляється в чіткому переході від аналізу клінічної ситуації до виконання мануальних дій і подальшого аналізу результатів. Така структура дає змогу здобувачу освіти

усвідомити причиново-наслідкові зв'язки між власними рішеннями та наслідками втручання, що є критично важливим для стоматологічної практики, де помилка на ранньому етапі визначає результат усього лікування.

Аналітичний етап у сучасних симуляційних центрах виходить за межі традиційного усного обговорення та набуває ознак науково обґрунтованої рефлексії. Автоматизовані звіти симуляторів надають можливість кількісно оцінити параметри виконання маніпуляції, тоді як педагогічний аналіз інтерпретує ці дані з позицій клінічної доцільності та безпеки. У практиці це створює умови для формування у здобувачів освіти навичок самооцінювання та корекції власних дій, що безпосередньо відповідає сучасним вимогам до безпечної професійної діяльності. Так, стандарти безпечної організації симуляційних клінічних сесій у сучасних умовах працюють не як формальні обмеження, а як інтегрований інструмент управління якістю навчання. Їхня практична реалізація забезпечує стабільність освітнього середовища, прозорість оцінювання та формування клінічно обґрунтованих моделей поведінки, що є необхідною передумовою безпечної стоматологічної практики.

Педагогічний контроль ризиків у процесі виконання симуляційних сценаріїв є ключовим механізмом забезпечення безпеки та освітньої результативності симуляційного навчання, оскільки саме в динаміці сесії виникають найбільш критичні педагогічні виклики. На відміну від підготовчого етапу, де ризики можуть бути передбачені та формалізовані, у процесі виконання сценарію вони мають ситуативний характер і залежать від індивідуальних дій здобувача освіти, темпу прийняття рішень, реакції на змінні умови та рівня когнітивного навантаження. Педагогічний контроль у цьому контексті не зводиться до спостереження чи оцінювання, а постає інструментом активного управління навчальною ситуацією, що дає змогу підтримувати баланс

між реалістичністю клінічного моделювання та безпечністю освітнього процесу. Його завданням є своєчасне виявлення моментів, у яких симуляція перестає виконувати навчальну функцію і починає формувати хибні поведінкові або клінічні стереотипи (табл. 4.3.3).

Таблиця 4.3.3

Педагогічні механізми контролю ризиків під час виконання симуляційних сценаріїв

Механізм педагогічного контролю	**Зміст педагогічного впливу**	**Ризики, що мінімізуються**
Оперативний моніторинг дій	Безперервне спостереження за логікою та послідовністю виконання	Викривлення клінічного алгоритму
Регуляція складності сценарію	Адаптація параметрів симуляції в реальному часі	Когнітивне перевантаження або спрощення
Тимчасові педагогічні інтервенції	Короткочасне призупинення або корекція дій	Закріплення помилкових стереотипів
Контроль темпу виконання	Узгодження швидкості дій із навчальними цілями	Формування поверхневих навичок
Фіксація критичних моментів	Виділення ключових рішень для подальшого аналізу	Втрата навчальної цінності досвіду

Джерело: сформовано на підставі [259; 260]

У реальному перебігу симуляційної клінічної сесії педагогічний контроль ризиків реалізується як поєднання спостереження, своєчасної корекції та аналітичної фіксації дій здобувача освіти, що забезпечує збереження навчальної керованості сценарію. Особливу роль відіграє орієнтація контролю не на кінцевий результат маніпуляції, а на процес її виконання, оскільки саме в динаміці дій формуються або, навпаки, деформуються клінічні алгоритми. У стоматологічних симуляціях це має принципове значення, адже більшість помилок не є миттєво видимими, а проявляються лише через порушення послідовності чи логіки втручання.

Зміна параметрів симуляційного сценарію в процесі його виконання використовується як інструмент підтримання оптимального

рівня навчальної складності. У практичних умовах така регуляція дає змогу уникати ситуацій, коли надмірна кількість ускладнювальних чинників призводить до втрати клінічного сенсу завдання або, навпаки, коли спрощене середовище не стимулює розвиток клінічного мислення. Наприклад, коригування анатомічної варіативності чи поведінкових реакцій умовного пацієнта дає змогу зберігати освітню цінність сценарію для здобувачів із різним рівнем підготовки.

Призупинення або цілеспрямоване втручання викладача в хід симуляції застосовується не як контрольна санкція, а як педагогічний прийом запобігання закріпленню хибних дій. У стоматологічних сценаріях це особливо важливо в ситуаціях, коли помилка ще не має зовнішнього прояву, але створює ризик подальших ускладнень. Коротке зміщення фокусу уваги на критичний момент дає змогу здобувачу освіти усвідомити причиново-наслідковий зв'язок між власними рішеннями та потенційними наслідками втручання без втрати навчальної мотивації.

Темп виконання мануальних дій розглядається як педагогічно керований параметр симуляційного середовища, а не як індивідуальна характеристика виконавця. У практиці симуляційних центрів контроль швидкості виконання процедур надає можливість відокремити навчальну симуляцію від імітації роботи в умовах штучного поспіху. Поступове узгодження темпу з рівнем сформованості навичок сприяє розвитку точності, стабільності рухів і професійної обережності, що є базовими вимогами безпечної стоматологічної практики.

Виділення ключових моментів прийняття рішень у межах сценарію створює підґрунтя для подальшого аналітичного етапу та забезпечує трансформацію виконаної дії в усвідомлений клінічний досвід. У сучасних умовах такі моменти фіксуються як педагогічні маркери, що поєднують кількісні дані симулятора з якісною експертною оцінкою. Подальше осмислення цих маркерів дає змогу

реконструювати логіку клінічного мислення та визначити, які рішення сприяли безпечному перебігу сценарію, а які створювали ризик.

Отже, педагогічний контроль ризиків у процесі виконання симуляційних сценаріїв функціонує як варіативний і науково обґрунтований механізм управління навчальною ситуацією. Його практична реалізація забезпечує не лише мінімізацію ризиків, а й формування стійкої моделі клінічної поведінки, орієнтованої на безпеку, відповідальність і професійну рефлексію.

Забезпечення безпеки симуляційних клінічних сесій у стоматологічній освіті супроводжується комплексом науково-практичних проблем, зумовлених багатовимірною природою симуляційного середовища та його інтеграцією в освітній процес. Однією з базових проблем є відсутність уніфікованих методологічних підходів до трактування самої категорії безпеки в симуляційному навчанні. У більшості освітніх практик безпека зводиться до технічної справності обладнання чи дотримання організаційного регламенту, тоді як педагогічна та когнітивна безпека залишаються недостатньо формалізованими, що ускладнює побудову цілісної системи управління ризиками [261].

Суттєвим викликом є фрагментарність нормативного забезпечення симуляційної діяльності. Наявні внутрішні регламенти симуляційних центрів часто мають локальний характер, не узгоджені між собою та не спираються на стандартизовані критерії оцінювання безпечності навчального процесу. Унаслідок цього рівень безпеки симуляційних сесій значною мірою залежить від індивідуального досвіду викладача чи адміністративних рішень окремого закладу, що знижує відтворюваність і наукову порівнюваність освітніх результатів.

Науково значущою проблемою є недостатня інтеграція педагогічних моделей контролю ризиків у процес виконання симуляційних сценаріїв. У багатьох випадках контроль зводиться до

підсумкового оцінювання результату, тоді як динамічні ризики, що виникають під час виконання маніпуляцій, залишаються поза системним аналізом. Це обмежує можливість своєчасної корекції навчальної ситуації та призводить до закріплення помилкових клінічних або поведінкових патернів, які в реальній практиці можуть трансформуватися в чинники підвищеного професійного ризику.

Окремою проблемною площиною є когнітивне та психофізіологічне перевантаження здобувачів освіти в умовах складних симуляційних сценаріїв. Відсутність науково обґрунтованих параметрів оптимального навантаження призводить до ситуацій, коли реалістичність моделювання досягається за рахунок зниження навчальної ефективності та зростання кількості помилок, зумовлених перевтомою чи стресом. За таких умов симуляційне навчання відтворює небезпечні моделі професійної діяльності, що суперечить його превентивній функції.

Методологічно вразливою залишається проблема оцінювання безпеки симуляційних сесій як освітнього результату. Наявні інструменти здебільшого фокусуються на вимірюванні технічної точності маніпуляцій, не враховуючи якість прийняття рішень, дотримання клінічної логіки та здатність здобувача освіти діяти в умовах змінної ситуації. Така обмеженість індикаторів унеможливлює комплексну оцінку безпечності сформованих компетентностей.

Додатковим науково-практичним викликом є кадровий дефіцит фахівців, підготовлених до роботи саме з педагогічними аспектами симуляційної безпеки. Недостатній рівень методичної підготовки викладачів у сфері симуляційної педагогіки призводить до домінування інтуїтивних рішень у керуванні ризиками та обмежує використання доказових освітніх підходів. Це ускладнює впровадження стандартизованих моделей безпеки на інституційному рівні.

Проблемним залишається також питання накопичення та аналізу даних про ризикові ситуації в симуляційному навчанні. Відсутність систематизованих механізмів фіксації інцидентів, педагогічно значущих помилок і критичних моментів сценарію позбавляє заклади освіти можливості формувати інституційну пам'ять і використовувати попередній досвід для вдосконалення безпекових практик. Унаслідок цього управління ризиками має реактивний, а не превентивний характер.

Рекомендації щодо вдосконалення системи управління ризиками та безпеки в симуляційному навчанні доцільно формувати з урахуванням того, що симуляційна клінічна сесія є керованою освітньою системою з високою концентрацією технологічних, педагогічних і когнітивних чинників ризику. Ключовим орієнтиром має стати перехід від реактивного усунення окремих порушень до превентивної моделі безпеки, у якій ризики ідентифікуються, контролюються та коригуються ще до того, як вони вплинуть на якість формування професійних компетентностей. Це передбачає стандартизацію процедур, посилення ролі педагогічного контролю в реальному часі, систематичний аналіз ризикових ситуацій та інституційну відповідальність за безпеку симуляційного середовища як цілісного освітнього простору.

У сучасній симуляційній практиці реалізація цього алгоритму починається з системної ідентифікації ризиків, що охоплює не лише технічні збої, а й можливі педагогічні та когнітивні ускладнення, пов'язані зі складністю сценарію чи рівнем підготовки здобувачів освіти. На цьому етапі аналізується відповідність навчальних завдань освітнім цілям, потенційна перевантаженість сценарію та ймовірність формування хибних клінічних стереотипів. Оцінювання ризиків здійснюється з позицій їхнього впливу на безпеку навчального процесу, а не лише на формальне виконання маніпуляцій (рис. 4.3.1).

Рис. 4.3.1. Алгоритм управління ризиками та безпекою симуляційних клінічних сесій

Джерело: авторська розробка

Планування превентивних заходів передбачає адаптацію сценарію, регламентацію навантаження, уточнення параметрів симуляційного середовища та визначення педагогічних «точок втручання», у яких можливе коригування дій без порушення логіки сценарію. У процесі виконання симуляційної сесії педагогічний контроль ризиків реалізується через спостереження за логікою прийняття рішень, темпом і послідовністю мануальних дій, а також через ситуативну регуляцію складності завдання. Це дає змогу запобігати закріпленню помилкових дій ще на етапі їх формування.

Фіксація критичних моментів і педагогічно значущих інцидентів створює підґрунтя для аналітичного етапу, у межах якого результати симуляції інтерпретуються з позицій безпеки та освітньої доцільності. Узагальнення цих даних надає можливість виявляти типові ризикові зони сценаріїв і використовувати їх для подальшого вдосконалення

стандартів безпеки. Завершальним етапом алгоритму є корекція симуляційних сценаріїв і організаційних регламентів, що забезпечує циклічний характер управління ризиками та формує інституційну культуру безпеки.

Таким чином, поєднання рекомендацій із покроковим алгоритмом управління ризиками дає змогу перевести безпеку симуляційного навчання з декларативного рівня на рівень системної педагогічної практики. Реалізація такого підходу забезпечує стабільність симуляційного середовища, підвищує якість формування клінічних компетентностей і сприяє підготовці стоматологів, зорієнтованих на безпечну та відповідальну професійну діяльність.

4.4. Стратегії інтеграції симуляційного навчання в навчальні плани стоматологічних факультетів

Поетапне залучення симуляційного навчання до освітньої траєкторії майбутнього стоматолога розглядається як стратегія системної інтеграції симуляційних технологій у навчальний план, що ґрунтується на принципі поступового ускладнення професійної діяльності відповідно до рівня сформованості знань, умінь і клінічного мислення здобувача освіти. Її науково-педагогічна доцільність полягає в забезпеченні логічного переходу від засвоєння базових мануальних і когнітивних навичок до виконання комплексних клінічних дій у змодельованому середовищі, що максимально наближене до реальної стоматологічної практики. На відміну від фрагментарного чи епізодичного використання симуляцій, поетапна стратегія передбачає їхню структурну інтегрованість у всі ключові етапи професійної підготовки, що дає змогу уникнути суттєвих розривів між теоретичним навчанням, фантомною підготовкою та клінічною практикою.

Педагогічна логіка цієї стратегії базується на поєднанні принципів наступності, контрольованого навчального середовища та нарощування складності клінічних завдань. На ранніх етапах навчання симуляційні технології виконують функцію формування базової моторної координації, просторового мислення та розуміння анатомічних орієнтирів, тоді як на подальших етапах вони трансформуються в засіб розвитку клінічного аналізу, інтеграції діагностичних і лікувальних рішень та адаптації до варіативних умов клінічного процесу. Таким чином, симуляційне навчання перестає бути допоміжним елементом і набуває статусу наскрізного інструмента професійного становлення стоматолога.

У межах цієї стратегії освітня траєкторія вибудовується як послідовність взаємопов'язаних рівнів симуляційної підготовки, кожен з яких має власні дидактичні цілі та клінічну спрямованість, але водночас логічно пов'язаний із попереднім і наступним етапами (табл. 4.4.1).

Таблиця 4.4.1

Поетапна стратегія залучення симуляційного навчання до освітньої траєкторії стоматолога

Етап підготовки	**Дидактичний фокус симуляції**	**Характер симуляційних завдань**	**Очікуваний освітній результат**
Початковий	Формування базових мануальних і просторових навичок	Відпрацювання елементарних рухів, орієнтації в анатомії	Стабільна моторна координація, первинна технічна точність
Проміжний	Інтеграція мануальних дій і клінічної логіки	Моделювання стандартних стоматологічних процедур	Усвідомлене виконання алгоритмів лікування
Передклінічний	Розвиток клінічного мислення та варіативності рішень	Комплексні сценарії з елементами ускладнень	Здатність адаптувати тактику до змін умов
Перехідний до клініки	Синтез технічних, когнітивних і поведінкових компонентів	Моделювання повного клінічного випадку	Готовність до роботи з реальним пацієнтом

Джерело: авторська розробка

Функціонування поетапної стратегії, узагальненої в таблиці 4.4.1, у реальних освітніх умовах ґрунтується на зміні педагогічної ролі симуляційного середовища впродовж підготовки стоматолога. Симуляція в цій логіці не є сталим за змістом навчальним інструментом, а постає динамічною освітньою конструкцією, щона кожному етапі навчання виконує іншу домінантну функцію –від формування елементарних сенсомоторних схем до відпрацювання складних клінічних рішень у змінних умовах. Саме ця трансформація функцій забезпечує цілісність освітньої траєкторії та запобігає розриву між навчальними та клінічними формами підготовки.

На початковому рівні симуляційне навчання використовується як механізм стандартизації базових мануальних дій і просторового сприйняття. У практичній реалізації це означає зосередження не на кінцевому «продукті» маніпуляції, а на відтворюваності рухів, стабільності позиціонування інструмента та дотриманні анатомічних орієнтирів. Наприклад, під час відпрацювання початкових етапів препарування акцент робиться на контролі траєкторії та сили руху, що дає змогу сформувати моторну основу без впливу клінічної складності. Такий підхід знижує ймовірність раннього закріплення помилкових рухових стратегій, які в подальшій практиці важко коригуються.

На наступному етапі симуляційне середовище починає виконувати функцію поєднання технічної дії з клінічним обґрунтуванням. Практично це реалізується через симуляційні завдання, де маніпуляція вже не є самоціллю, а підпорядковується логіці клінічного алгоритму [262]. Наприклад, у сценаріях лікування карієсу здобувач освіти має адаптувати техніку препарування до змін властивостей тканин або варіантів локалізації ураження, що змушує співвідносити власні дії з діагностичними припущеннями. У цьому випадку симуляція виступає інструментом формування причиново-наслідкових зв’язків між клінічною інформацією та лікувальними рішеннями.

Передклінічний етап характеризується переходом до симуляцій, у яких зростає частка невизначеності та варіативності. Практичні сценарії на цьому рівні моделюють ситуації, де стандартний алгоритм потребує корекції залежно від перебігу подій. Так, у симуляції ендодонтичного втручання можуть змінюватися анатомічні параметри чи виникати обмеження доступу, що змушує здобувача освіти переглядати первинний план лікування. У таких умовах симуляційне навчання сприяє розвитку клінічної гнучкості та здатності приймати обґрунтовані рішення за умов неповної інформації.

На перехідному до клінічної практики рівні симуляція функціонує як цілісна модель професійної діяльності. У симуляційних центрах це реалізується через комплексні сценарії, що охоплюють діагностичний аналіз, планування лікування, виконання маніпуляцій і підсумкову оцінку результатів у межах одного навчального циклу. Важливо, що контроль на цьому етапі орієнтується не лише на технічну точність, а й на логіку послідовності рішень та стабільність дій у змінних умовах. Таким чином, симуляційне середовище виконує функцію безпечного адаптаційного простору, який зменшує ризик дезорієнтації та помилок під час переходудо роботи з реальними пацієнтами.

У підсумку поетапна стратегія залучення симуляційного навчання забезпечує формування не ізольованих навичок, а стійкої професійної поведінки стоматолога. Її практична цінність полягає в тому, що складність клінічної діяльності нарощується поступово, у контрольованих умовах, що створює передумови для прогнозованого й безпечного входження випускника в реальну стоматологічну практику.

Курикулумна інтеграція симуляцій як обов’язкового компонента освітніх модулів у стоматологічній підготовці розглядається як стратегія структурного впровадження симуляційного навчання в логіку модульної побудови освітньої програми, відповідно до якої симуляція перестає функціонувати як додатковий або факультативний елемент і

набуває статусу рівнозначного складника поряд із теоретичними та клінічними компонентами. Науково-педагогічний сенс цієї стратегії полягає в забезпеченні безперервного зв'язку між цілями модуля, очікуваними результатами навчання та формами практичної діяльності здобувача освіти. За таких умов симуляційні заняття виконують не ілюстративну, а конструктивну функцію, безпосередньо впливаючи на досягнення заявлених компетентностей і формуючи керовану траєкторію професійного розвитку.

Ключовою ознакою курикулумної інтеграції є те, що симуляційні завдання проєктуються одночасно з розробленням освітнього модуля, а не додаються до нього постфактум. Це дає змогу забезпечити змістову відповідність між теоретичним матеріалом, практичними навичками та логікою клінічного мислення, яку має опанувати здобувач освіти. У такій моделі симуляційне навчання виконує роль проміжної ланки між абстрактним засвоєнням знань і їх клінічним застосуванням, створюючи умови для поетапної перевірки розуміння матеріалу через дію, а не лише через репродукцію інформації. Важливо, що обов'язковість симуляцій у межах модуля формує у здобувачів освіти сприйняття симуляційного середовища як нормативного простору професійного навчання, а не як тренувального «додатку» до основного курсу. У структурному вимірі стратегія курикулумної інтеграції реалізується через чітке визначення місця симуляційних компонентів у кожному освітньому модулі з урахуванням його дидактичних і клінічних завдань, що узагальнено в таблиці 4.4.2.

Таблиця 4.4.2

Стратегія курикулумної інтеграції симуляційних компонентів у модульній підготовці стоматологів

Тип освітнього модуля	**Функція симуляційного компонента**	**Зміст симуляційної діяльності**	**Освітній результат**

Теоретико-орієнтований	Конкретизація та операціоналізація знань	Візуалізація анатомії, базові мануальні вправи	Усвідомлене розуміння теоретичних положень
Практико-орієнтований	Формування алгоритмів професійних дій	Відпрацювання стандартних стоматологічних процедур	Стабільне відтворення клінічних алгоритмів
Інтегративний	Поєднання знань, умінь і клінічного мислення	Комплексні симуляційні сценарії	Цілісне бачення клінічного процесу
Перехідний до клініки	Адаптація до реальної професійної діяльності	Моделювання повного клінічного випадку	Готовність до клінічної практики

Джерело: авторська розробка

Реалізація курикулумної інтеграції симуляційних компонентів, відображеної в таблиці 4.4.2, у сучасних освітніх програмах ґрунтується на принципі функціональної відповідності між структурою модуля та характером симуляційної діяльності. Симуляція в цій моделі не повторює зміст модуля, а виконує роль інструмента перевірки того, наскільки теоретичні положення й алгоритми були інтеріоризовані та можуть бути відтворені у формі професійної дії. Саме ця функція робить симуляційний компонент обов'язковим і незамінним елементом модульної підготовки, оскільки без нього досягнення заявлених результатів навчання залишається формальним.

У теоретико-орієнтованих модулях симуляційна діяльність застосовується як засіб операціоналізації знань. Це означає, що абстрактні поняття та описові моделі отримують просторове й моторне втілення. Наприклад, після вивчення морфології зубощелепної системи здобувач освіти працює з тривимірними або фізичними моделями, виконуючи елементарні дії, які змушують співвідносити теоретичні знання з конкретними анатомічними орієнтирами. У такому форматі симуляція постає механізмом переходу від декларативного знання до процедурного, що суттєво підвищує стійкість засвоєння матеріалу.

У практико-орієнтованих модулях симуляційний компонент набуває характеру домінантного навчального середовища, у межах якого формуються стандартизовані професійні алгоритми. Загальна практика показує, що саме тут симуляція дає змогу усунути типову для стоматологічної освіти проблему, коли здобувач освіти знає послідовність дій, але не здатен відтворити її в реальному темпі та з необхідною точністю [263]. Наприклад, у модулях, що присвячені терапевтичним втручанням, симуляційні сценарії змушують виконувати процедуру в заданій логіці з урахуванням змін властивостей тканин або умов доступу, що формує навичку дотримання алгоритму в умовах практичної варіативності.

Інтегративні модулі використовують симуляційне навчання як інструмент синтезу різних компонентів професійної підготовки. Тут симуляція перестає бути окремою вправою і функціонує як модель клінічної ситуації загалом. Узагальнені приклади з освітньої практики свідчать, що такі модулі ефективно реалізуються через сценарії, де здобувач освіти має одночасно інтерпретувати вихідні дані, обрати тактику лікування та реалізувати її у вигляді послідовних дій. У цьому випадку симуляційне середовище дає змогу простежити, як теоретичні помилки або неточності в плануванні безпосередньо впливають на результат маніпуляції, що підсилює навчальний ефект.

У перехідних до клінічної практики модулях симуляційний компонент виконує адаптаційну функцію. Практично це проявляється у включенні комплексних симуляційних сесій, які відтворюють повний цикл професійної діяльності в межах одного модуля. Здобувач освіти працює в умовах, максимально наближених до клінічних, але зберігає можливість контрольованого аналізу власних дій і корекції помилок. Такий підхід дає змогу сформувати відчуття нормативності професійної діяльності ще до виходу в реальне клінічне середовище, зменшуючи різкість переходу та ризик дезадаптації.

У підсумку курикулумна інтеграція симуляцій як обов'язкового компонента освітніх модулів забезпечує не лише логічну узгодженість навчального плану, а й функціональну завершеність кожного модуля. Симуляційне навчання в цій моделі постає критерієм реального досягнення результатів навчання, оскільки надає можливість перевести освітні цілі з декларативного рівня в площину професійної дії, що є вкрай важливим для підготовки стоматолога до реальної клінічної практики.

Міждисциплінарна координація симуляційних модулів у стоматологічній підготовці розглядається як стратегія узгодженого проєктування та реалізації симуляційного навчання між різними стоматологічними дисциплінами з метою формування цілісного клінічного мислення та запобігання фрагментації професійних умінь. Її науково-педагогічна сутність полягає в переході від ізольованого відпрацювання окремих маніпуляцій у межах конкретної дисципліни до скоординованого моделювання клінічних ситуацій, у яких знання та навички з терапевтичної, хірургічної, ортопедичної, пародонтологічної та суміжних галузей поєднуються в єдину логіку лікувального процесу. Такий підхід відповідає реальній природі стоматологічної практики, де клінічні рішення майже завжди мають міждисциплінарний характер і потребують інтеграції різних професійних перспектив.

Стратегія міждисциплінарної координації ґрунтується на уніфікації цілей симуляційних модулів, їх часовому та змістовому узгодженні в межах навчального плану, а також на спільному використанні симуляційних сценаріїв різними кафедрами. Це дає змогу уникнути дублювання однотипних вправ, суперечливих алгоритмів і різних трактувань клінічних ситуацій, що нерідко виникають за відсутності координації. Водночас симуляційне середовище стає платформою для відпрацювання інтегрованих клінічних кейсів, у яких здобувач освіти навчається мислити не в межах

окремої дисципліни, а в межах цілісного лікувального процесу. Функціональні аспекти міждисциплінарної координації симуляційних модулів та їхнє освітнє значення узагальнено в таблиці 4.4.3.

Таблиця 4.4.3

Стратегія міждисциплінарної координації симуляційних модулів у стоматологічній підготовці

Рівень координації	**Характер взаємодії дисциплін**	**Тип симуляційних сценаріїв**	**Освітній результат**
Базовий	Узгодження термінології та алгоритмів	Стандартизовані маніпуляції з єдиною логікою виконання	Усунення суперечностей у професійних діях
Функціональний	Поєднання суміжних дисциплін	Симуляції процедур із декількома клінічними етапами	Розуміння міждисциплінарних зв'язків
Інтегративний	Спільне проєктування сценаріїв	Комплексні клінічні кейси	Формування цілісного клінічного мислення
Синтетичний	Узгодження навчальних цілей і результатів	Повний цикл лікування в одному сценарії	Готовність до реальної клінічної практики

Джерело: авторська розробка

Міждисциплінарна координація симуляційних модулів, узагальнена в таблиці 4.4.3, у реальному освітньому процесі функціонує як механізм вирівнювання клінічної логіки між різними складниками стоматологічної підготовки. Її практична реалізація полягає не у формальному поєднанні дисциплін, а у свідомому проєктуванні таких симуляційних сценаріїв, у яких межі між терапевтичними, хірургічними чи ортопедичними підходами стають умовними та підпорядковуються єдиній меті лікування. За таких умов симуляція виконує роль навчального простору, де здобувач освіти поступово засвоює логіку міждисциплінарного мислення, притаманного реальній стоматологічній практиці.

На рівні базової координації міждисциплінарний ефект досягається через уніфікацію клінічних алгоритмів і підходів, що використовуються в симуляційних заняттях різних кафедр. Практично це означає, що одна й та сама маніпуляція чи підготовчий етап лікування відпрацьовується з єдиними вимогами до послідовності дій і клінічних орієнтирів, незалежно від дисциплінарного контексту. Наприклад, правила формування порожнини чи підготовки твердих тканин у симуляційних сценаріях терапевтичної та ортопедичної стоматології узгоджуються таким чином, щоб у здобувача освіти не формувалося суперечливих уявлень про допустимі межі та техніку втручання.

Функціональний рівень координації проявляється у створенні симуляційних модулів, що поєднують суміжні дисципліни в межах одного клінічного завдання. У практичному вимірі це реалізується через сценарії, де виконання однієї процедури автоматично передбачає врахування результатів іншої. Наприклад, після симуляційного лікування карієсу здобувач освіти має оцінити стан пародонта чипередбачити подальшу ортопедичну реабілітацію, що змушує мислити за межами вузько дисциплінарного алгоритму [264]. У таких умовах симуляція формує уявлення про послідовність і взаємозалежність клінічних рішень.

Інтегративний рівень характеризується використанням комплексних симуляційних кейсів, у яких клінічна ситуація навмисно не розмежовується за дисциплінарною приналежністю. Практичні приклади свідчать, що робота з такими сценаріями спонукає здобувача освіти аналізувати клінічний випадок як єдину систему, де вибір тактики лікування визначається сукупністю чинників, а не вимогами окремого курсу [265]. Наприклад, у моделі комплексної реабілітації пацієнта симуляційне середовище змушує враховувати як стан твердих

тканин, так і функціональні та естетичні аспекти майбутнього втручання, що є типовим для реальної практики.

На синтетичному рівні міждисциплінарна координація досягає практичної завершеності через симуляційні модулі, що відтворюють повний цикл лікування як безперервний процес. У таких сценаріях здобувач освіти проходить шлях від первинної оцінки клінічної ситуації до завершення лікування, послідовно застосовуючи знання та навички з різних галузей стоматології. Саме тут симуляційне навчання найбільш повно виконує свою інтегративну функцію, формуючи уявлення про стоматологічну діяльність як про цілісну професійну систему, а не комплекс окремих маніпуляцій.

У результаті міждисциплінарна координація симуляційних модулів створює умови для формування стійкого клінічного мислення, зорієнтованого на комплексне вирішення професійних завдань. Практична значущість цієї стратегії полягає в тому, що здобувач освіти поступово засвоює здатність синтезувати різні клінічні підходи в межах одного рішення, що є визначальним чинником ефективної діяльності стоматолога в сучасних умовах.

Реалізація стратегій інтеграції симуляційного навчання в навчальні плани стоматологічних факультетів супроводжується комплексом взаємопов’язаних проблем, що мають структурний, методологічний, кадровий і організаційний характер і суттєво обмежують потенціал симуляцій як системоутворювального елемента освітньої програми. Однією з базових проблем є перевантаженість чинних навчальних планів, сформованих за логікою накопичення дисциплін і годин, а не за принципом компетентнісної інтеграції. У таких умовах симуляційне навчання часто інтегрується фрагментарно, шляхом механічного додавання окремих занять, без перегляду структури модулів і без перерозподілу навчального навантаження, що

знижує його освітню ефективність та перетворює симуляцію на допоміжний, а не стратегічний компонент підготовки.

Суттєвою проблемою залишається відсутність чіткої відповідності між симуляційними активностями та формально задекларованими результатами навчання освітніх програм. У багатьох випадках симуляційні заняття не мають прямого зв'язку з компетентнісними дескрипторами, а їхні результати не інтегруються в загальну систему контролю навчальних досягнень. Це призводить до методологічного розриву між цілями програми та реальною освітньою практикою, коли симуляція виконує тренувальну функцію, але не впливає на прийняття академічних рішень щодо готовності здобувача освіти до наступних етапів підготовки.

Окремою проблемою є низький рівень міждисциплінарної узгодженості симуляційних модулів, що зумовлює дублювання однотипних сценаріїв і суперечливі клінічні інтерпретації між різними кафедрами. За відсутності єдиного підходу до проєктування симуляційних сценаріїв здобувач освіти стикається з різними вимогами до одних і тих самих маніпуляцій, що формує фрагментоване клінічне мислення та знижує здатність інтегрувати знання в єдину логіку лікування. Ця проблема посилюється тим, що координація між кафедрами часто має формальний характер і не супроводжується спільним аналізом освітніх результатів.

Методологічні обмеження також пов'язані з переважанням процедурно орієнтованих симуляцій над сценаріями, спрямованими на розвиток клінічного мислення. У багатьох навчальних планах симуляційні заняття зводяться до відпрацювання окремих технічних дій без включення елементів діагностичного аналізу, планування лікування чи варіативності рішень. Такий підхід не дає змогу реалізувати інтегративний потенціал симуляційного навчання і

зводить його до функції моторного тренажера, що суперечить сучасним уявленням про компетентнісну підготовку стоматолога.

Серйозним стримувальним чинником є кадрова проблема, що пов'язана з недостатньою готовністю викладачів до проєктування й реалізації симуляційних модулів у межах навчального плану. Відсутність системної підготовки педагогічних кадрів у сфері симуляційної освіти призводить до використання традиційних дидактичних підходів у середовищі, що потребує інших методичних рішень, зокрема активного формативного супроводу та аналітичного зворотного зв'язку. У результаті симуляційні технології використовуються не в повному обсязі їхніх освітніх можливостей.

Організаційні проблеми інтеграції симуляційного навчання проявляються в складності логістики доступу до симуляційних центрів, обмеженій пропускній здатності обладнання та недостатній кількості часу для індивідуального відпрацювання навичок. Навіть за наявності сучасної матеріально-технічної бази відсутність гнучкого планування занять і адаптивних графіків знижує ефективність симуляційних модулів і перешкоджає їхньому повноцінному залученню до навчального процесу [260].

Додатковою проблемою є недостатня інтеграція симуляційного навчання в систему внутрішнього забезпечення якості освіти. У багатьох випадках результати симуляційних занять не аналізуються на рівні освітньої програми, не використовуються для корекції навчальних планів і не слугують підставою для ухвалення управлінських рішень. Це позбавляє симуляційне навчання статусу інструмента стратегічного розвитку програми та знижує його роль у підвищенні якості підготовки майбутніх стоматологів.

Оптимізація інтеграції симуляційних технологій у навчальні плани стоматологічної освіти має ґрунтуватися на системному перегляді логіки побудови освітніх програм із чіткою орієнтацією на

компетентнісні результати та реальну структуру клінічної діяльності стоматолога. Насамперед доцільним є перехід від фрагментарного включення симуляційних занять до їх нормативного закріплення як обов'язкових структурних компонентів освітніх модулів, що передбачає перерозподіл навчального навантаження без формального збільшення загальної кількості годин. Такий підхід дає змогу інтегрувати симуляційне навчання не як додаток до теоретичної або клінічної підготовки, а як проміжну й логічно необхідну ланку між ними.

Важливою рекомендацією є узгодження симуляційних модулів із результатами навчання на рівні освітньої програми, що передбачає чітке визначення того, які саме компетентності формуються чи перевіряються в симуляційному середовищі. Це потребує методичного переосмислення ролі симуляцій: вони мають слугувати не лише тренувальним інструментом, а й засобом підтвердження готовності здобувача освіти до переходу на складніші етапи підготовки. За таких умов результати симуляційних занять мають бути інтегровані в загальну систему академічного контролю та використовуватися для корекції індивідуальних освітніх траєкторій.

Оптимізація інтеграції симуляційних технологій також потребує посилення міждисциплінарної координації на рівні проєктування навчальних планів. Доцільним є створення спільних симуляційних сценаріїв, що використовуються кількома дисциплінами, з єдиною клінічною логікою та узгодженими вимогами до виконання професійних дій. Такий підхід зменшує дублювання навчального матеріалу, усуває суперечливі алгоритми та сприяє формуванню цілісного клінічного мислення, зорієнтованого на комплексне вирішення лікувальних завдань.

Суттєвим напрямом оптимізації є підвищення методичної готовності викладачів до роботи в симуляційному середовищі. Рекомендованим є впровадження системних програм педагогічного

розвитку, що спрямовані не лише на опанування технічних аспектів використання симуляційного обладнання, а й на формування навичок проєктування сценаріїв, формативного супроводу та аналітичного зворотного зв'язку. Це допомагає уникнути перенесення традиційних дидактичних моделей у симуляційне середовище та забезпечує повноцінне використання його освітнього потенціалу.

На організаційному рівні оптимізація інтеграції симуляційних технологій передбачає впровадження гнучких форм доступу здобувачів освіти до симуляційних ресурсів, зокрема шляхом модульного планування занять і розширення можливостей індивідуального відпрацювання навичок. Такий підхід підвищує ефективність симуляційного навчання навіть за обмежених матеріально-технічних ресурсів і дає змогу адаптувати навчальний процес до різних темпів засвоєння.

Окремої уваги потребує залучення симуляційного навчання до системи внутрішнього забезпечення якості освіти. Рекомендованим є регулярний аналіз результатів симуляційних модулів на рівні освітньої програми з подальшим використанням цих даних для корекції змісту навчальних планів і методів викладання. Це перетворює симуляційні технології на інструмент освітньої аналітики та стратегічного розвитку, а не лише на форму практичної підготовки.

Таким чином, оптимізація інтеграції симуляційних технологій у навчальні плани стоматологічної освіти має здійснюватися як комплексний процес, що поєднує структурні, методичні, кадрові та організаційні зміни. Лише за умов такої системної реалізації симуляційне навчання здатне повною мірою виконувати свою роль у формуванні клінічно компетентного, адаптивного та професійно готового до сучасної практики стоматолога.

4.5. Перспективи державної політики та інституційної підтримки симуляційної стоматологічної освіти в системі безперервного професійного розвитку лікарів-стоматологів в Україні

У сучасних умовах трансформації системи охорони здоров'я симуляційна стоматологічна освіта поступово виходить за межі додипломної підготовки та набуває стратегічного значення в контексті післядипломного навчання і безперервного професійного розвитку (БПР) лікаря-стоматолога. Зміна клінічних протоколів, поява нових матеріалів, технологій і методів лікування, а також зростання вимог до безпеки пацієнтів зумовлюють необхідність регулярного оновлення практичних навичок у контрольованому навчальному середовищі. У цьому контексті симуляційне навчання розглядається не як епізодичний освітній інструмент, а як системоутворювальний елемент професійної підготовки, що забезпечує безперервність формування та підтримки клінічної компетентності протягом усього професійного шляху стоматолога.

Особливість післядипломного етапу полягає в тому, що лікар-стоматолог уже має сформований клінічний досвід, усталені алгоритми дій і професійні стереотипи. З огляду на це симуляційна стоматологічна освіта на даному рівні виконує іншу функцію, ніж у контексті додипломної підготовки. Вона спрямована не стільки на первинне формування практичних навичок, скільки на їх корекцію, оновлення, стандартизацію та адаптацію до сучасних клінічних вимог. Саме симуляційне середовище дає змогу без ризику для пацієнта відпрацьовувати складні, рідкісні або потенційно небезпечні клінічні ситуації, а також інтегрувати нові технологічні рішення в уже сформовану професійну практику лікаря.

Стратегічна роль симуляційної освіти в системі безперервного професійного розвитку полягає також у можливості об'єктивізації рівня практичної підготовки лікарів-стоматологів. На відміну від традиційних форм підвищення кваліфікації, які здебільшого зорієнтовані на засвоєння теоретичних знань, симуляційні програми дають змогу кількісно та якісно оцінювати мануальні, когнітивні й поведінкові компоненти клінічної діяльності. Це створює підґрунтя для переходу від формального підтвердження стажу до компетентнісно орієнтованої моделі БПР, у якій ключовим показником є не тривалість навчання, а рівень відтворюваності безпечних і ефективних клінічних дій (табл. 4.5.1).

Таблиця 4.5.1

Функціональні напрями використання симуляційної стоматологічної освіти в системі БПР лікарів-стоматологів

Напрям використання	**Освітньо-професійне призначення**	**Стратегічне значення**
Терапевтична стоматологія	Оновлення навичок препарування, реставрацій, ендодонтичних втручань	Підтримка якості базової стоматологічної допомоги
Дитяча стоматологія	Формування клінічних і комунікативних навичок роботи з дітьми	Зниження поведінкових і клінічних ризиків
Хірургічна стоматологія	Відпрацювання інвазивних маніпуляцій та ускладнених сценаріїв	Підвищення безпеки хірургічних втручань
Ортопедична стоматологія	Тренування точності препарування та протезування	Стандартизація функціональних результатів
Міждисциплінарні клінічні сценарії	Інтеграція кількох напрямів стоматологічної практики	Підвищення системності клінічного мислення

Джерело: сформовано на підставі [267; 268; 269; 270]

Практична реалізація напрямів, окреслених у таблиці 4.5.1, у системі БПР лікарів-стоматологів ґрунтується на використанні симуляційного середовища як інструменту цілеспрямованого оновлення та підтримки клінічної майстерності. Оновлення клінічних

навичок у цьому контексті пов'язане насамперед із необхідністю адаптації лікаря до змін у протоколах лікування, а також до впровадження нових матеріалів і технологій. У симуляційних центрах це реалізується через короткострокові навчальні модулі, присвячені окремим мануальним етапам клінічних втручань, зокрема сучасним методикам препарування, ізоляції робочого поля чи роботі з новими реставраційними матеріалами. Виконуючи процедуру в симуляторі, лікар має змогу порівняти власну звичну техніку з рекомендованими параметрами та скоригувати її до перенесення нового підходу в реальну клінічну практику.

Корекція професійних помилок у симуляційному навчанні набуває системного характеру завдяки можливості багаторазового аналізу процесу виконання маніпуляцій. На практиці це означає, що лікар отримує не лише узагальнену експертну оцінку, а й кількісні показники, які дають змогу виявляти приховані технічні відхилення [269]. Наприклад, під час симуляції ендодонтичного втручання фіксуються стабільність траєкторії інструмента, дотримання осі кореневого каналу, контроль глибини та сили тиску. Ці дані дають змогу виявити повторювані помилки, які в повсякденній клінічній роботі можуть компенсуватися досвідом, але водночас накопичують ризик ускладнень. Повторне відпрацювання процедури з урахуванням цих показників сприяє не лише усуненню окремих неточностей, а й корекції загальної моторної стратегії лікаря.

Відпрацювання рідкісних і складних клінічних ситуацій у межах симуляційних програм БПР виконує превентивну функцію. У реальній практиці такі випадки трапляються епізодично, проте вимагають високої концентрації уваги та здатності до швидкого прийняття рішень. Симуляційне середовище дає змогу моделювати ускладнені сценарії, зокрема розвиток непередбачуваної кровоточивості, атипову анатомію кореневих каналів або поєднання стоматологічної патології із

загальносоматичними чинниками ризику. Повторюваність таких сценаріїв формує у лікаря не лише технічну готовність, а й упевненість у власних діях, що є критично важливим для забезпечення клінічної безпеки.

Стандартизація практичних дій через симуляційне навчання проявляється у вирівнюванні підходів до виконання ключових клінічних маніпуляцій незалежно від попереднього професійного досвіду лікаря. В умовах системи БПР це набуває особливої актуальності, оскільки фахівці можуть мати різний освітній та клінічний бекграунд. Симуляційні сценарії, побудовані на уніфікованих алгоритмах, дають змогу зіставити індивідуальні професійні дії з еталонними моделями та зменшити варіативність виконання процедур без нав'язування жорстких шаблонів. У результаті досягається баланс між стандартизованою якістю стоматологічної допомоги та збереженням професійної автономії лікаря.

Об'єктивне оцінювання рівня компетентності в симуляційній стоматологічній освіті поступово трансформується в ключовий інструмент планування подальшого професійного розвитку. Поєднання автоматизованих показників ефективності з експертною клінічною оцінкою дає змогу формувати індивідуальний профіль практичної підготовки лікаря [271]. У сучасних симуляційних центрах такі профілі використовуються для визначення потреб у додатковому тренуванні, вибору тематичних освітніх заходів та оцінювання динаміки професійного зростання. Таким чином, симуляційна стоматологічна освіта в межах БПР функціонує як науково обґрунтований механізм підтримки стабільної якості стоматологічної допомоги та адаптації фахівців до постійних змін клінічної практики.

У сучасній парадигмі розвитку охорони здоров'я забезпечення якості медичної допомоги дедалі більше пов'язується не лише з контролем результатів лікування, а й з управлінням процесами

формування клінічної компетентності медичних фахівців. У цьому контексті симуляційна стоматологічна освіта розглядається як перспективний інструмент інтеграції освітнього та клінічного контурів системи якості, оскільки дає змогу впливати на джерела потенційних ризиків ще до їх реалізації у взаємодії з пацієнтом. Перехід від ретроспективного аналізу ускладнень до превентивної моделі управління якістю зумовлює потребу в таких освітніх механізмах, які здатні відтворювати клінічні процеси, фіксувати відхилення від стандартів і створювати умови для їх системної корекції.

Інтеграція симуляційної стоматологічної освіти до системи забезпечення якості медичної допомоги ґрунтується на її здатності поєднувати навчальні, оціночні та аналітичні функції в єдиному середовищі. Симуляційні технології забезпечують контроль не лише кінцевого результату маніпуляції, а й усіх проміжних етапів клінічної дії, що дає змогу об'єктивізувати відповідність практичних навичок сучасним клінічним стандартам. У перспективі це створює умови для використання симуляційного навчання як компонента внутрішніх систем управління якістю в закладах охорони здоров'я, де підвищення кваліфікації, оцінювання компетентності та зниження клінічних ризиків розглядаються як взаємопов'язані процеси.

Важливою характеристикою симуляційної стоматологічної освіти є її потенціал до стандартизації практичних дій у масштабах системи охорони здоров'я. На відміну від традиційних форм контролю якості, які фіксують уже допущені помилки, симуляційне середовище допомагає ідентифікувати типові відхилення у виконанні мануальних і когнітивних дій ще на етапі навчання чи професійного вдосконалення. Це відкриває можливість щодо формування єдиних підходів до клінічної практики, зорієнтованих на безпеку пацієнта, прогнозованість результатів лікування та зменшення варіативності клінічних рішень у межах допустимих стандартів (табл. 4.5.2).

Реалізація напрямів інтеграції симуляційної стоматологічної освіти в систему забезпечення якості медичної допомоги в сучасних умовах відбувається через поступове залучення симуляційних механізмів до контурів клінічного управління якістю.

Таблиця 4.5.2

Напрями інтеграції симуляційної стоматологічної освіти в систему забезпечення якості медичної допомоги

Напрям інтеграції	**Функціональне призначення**	**Очікуваний вплив на якість допомоги**
Превенція клінічних помилок	Виявлення та корекція відхилень у виконанні маніпуляцій	Зниження частоти ускладнень і повторних втручань
Стандартизація клінічних процедур	Узгодження практичних дій із чинними клінічними стандартами	Підвищення відтворюваності результатів лікування
Об'єктивний контроль компетентності	Кількісна та якісна оцінка мануальних і когнітивних навичок	Забезпечення відповідності рівня підготовки вимогам практики
Підтримка безпеки пацієнтів	Моделювання ризикованих і критичних ситуацій	Формування готовності до дій у складних клінічних умовах
Аналітичний супровід якості	Накопичення даних про типові помилки та ефективність дій	Використання даних для управлінських і освітніх рішень

Джерело: сформовано на підставі [272; 273; 274; 275; 276].

Превенція клінічних помилок у цьому контексті досягається завдяки регулярному використанню симуляційних тренувань як інструменту виявлення критичних точок клінічного процесу. Наприклад, під час симуляції препарування твердих тканин або проведення ендодонтичного доступу фіксуються параметри точності рухів, дотримання анатомічних орієнтирів і стабільність мануальної техніки. Виявлення повторюваних відхилень дає змогу цілеспрямовано коригувати професійні дії ще до того, як вони трансформуються вклінічні ускладнення чи зниження якості лікування.

Стандартизація клінічних процедур за допомогою симуляційного навчання забезпечує узгодження індивідуальної практики лікаря з еталонними клінічними алгоритмами. У практичній площині це проявляється у використанні типових симуляційних сценаріїв, побудованих відповідно до сучасних рекомендацій, де лікар виконує процедуру в однакових умовах із заданими контрольними точками. Такий підхід надає можливість порівнювати різні стилі виконання однієї маніпуляції та визначати межі допустимої варіативності, зберігаючи водночас індивідуальні професійні особливості. У результаті симуляційне середовище виконує роль інструменту «вирівнювання» клінічної практики без прямого адміністративного втручання.

Об'єктивний контроль компетентності в межах системи забезпечення якості реалізується через використання кількісних і якісних показників, отриманих у симуляційному середовищі. На практиці це допомагає формувати обґрунтовані висновки щодо готовності лікаря до виконання складних або високоризикових процедур [272]. Наприклад, стабільність моторних параметрів і відсутність критичних помилок у серії симуляційних втручань можуть розглядатися як індикатор достатнього рівня практичної підготовки. Такий підхід створює підґрунтя для переходу від формального стажу до компетентнісно орієнтованих рішень у системі управління якістю медичної допомоги.

Формування культури безпеки пацієнтів у симуляційному середовищі здійснюється через моделювання клінічних ситуацій із підвищеним рівнем ризику, у яких лікар має відпрацювати не лише технічні дії, а й алгоритми реагування на ускладнення. У сучасних симуляційних програмах це можуть бути сценарії раптової кровоточивості, больових реакцій або технічних труднощів, що виникають під час лікування. Повторне відпрацювання таких ситуацій

формує стійкі поведінкові моделі, що знижують імовірність помилок у реальній клінічній практиці та підвищують рівень захисту пацієнтів.

Аналітичний супровід якості стоматологічної допомоги забезпечується накопиченням й узагальненням даних, отриманих у процесі симуляційного навчання. У практиці сучасних симуляційних центрів ці дані використовуються для виявлення типових проблемних зон у клінічній діяльності, оцінювання ефективності навчальних програм і корекції внутрішніх стандартів якості [277]. Таким чином, симуляційна стоматологічна освіта поступово трансформується з допоміжного освітнього інструменту у функціональний компонент системи забезпечення якості медичної допомоги, що поєднує превенцію помилок, стандартизацію клінічних дій і підвищення безпеки пацієнтів.

У довгостроковій перспективі розвитку симуляційної стоматологічної освіти одним із ключових викликів постає ризик її фрагментарного впровадження, за якого окремі елементи симуляційної підготовки розвиваються нерівномірно та без належної системної узгодженості. Такий тип розвитку не є суто організаційною проблемою, а має глибші наслідки для якості професійної підготовки, безпеки пацієнтів і цілісності освітнього простору. Фрагментарність проявляється у вибірковому використанні симуляційних технологій, їх ізоляції від загальної логіки професійного розвитку та відсутності зв'язку між освітніми, клінічними й управлінськими компонентами системи охорони здоров'я. У довгостроковій перспективі це створює умови, за яких симуляційна освіта втрачає трансформаційний потенціал і перетворюється на сукупність локальних ініціатив без стійкого впливу на клінічну практику.

Системні ризики фрагментарного розвитку посилюються тим, що симуляційна стоматологічна освіта за своєю природою є міжрівневою технологією, що потребує узгодженості між додипломною підготовкою,

післядипломним навчанням, безперервним професійним розвитком і системами забезпечення якості медичної допомоги. За відсутності такої узгодженості виникає розрив між рівнем сформованих симуляційних навичок і реальними вимогами клінічної практики, а також між різними освітніми траєкторіями лікарів-стоматологів. Це призводить до зростання варіативності професійних підходів, ускладнює стандартизацію клінічних дій і знижує загальний ефект від інвестицій у симуляційні технології (табл. 4.5.3). Нерівномірність розвитку симуляційної стоматологічної освіти в сучасних умовах найчіткіше проявляється у відмінностях освітніх траєкторій лікарів-стоматологів, які формуються залежно від ресурсних можливостей конкретного закладу чи регіону. Це означає, що частина фахівців проходить системну симуляційну підготовку з використанням комплексних сценаріїв і об'єктивного зворотного зв'язку, тоді як інші обмежуються епізодичними тренуваннями, зорієнтованими лише на окремі мануальні навички.

Таблиця 4.5.3

Системні ризики фрагментарного розвитку симуляційної стоматологічної освіти та їхні потенційні наслідки

Характер ризику	**Прояв у системі підготовки**	**Потенційні наслідки**
Освітня нерівномірність	Різний обсяг і якість симуляційної підготовки між закладами	Формування неоднорідного рівня клінічної компетентності
Ізоляція симуляційних модулів	Відсутність зв'язку між симуляційним навчанням і клінічною практикою	Обмежений вплив на реальні клінічні результати
Технологічна асиметрія	Використання різних за рівнем реалістичності симуляторів	Зниження порівнюваності результатів підготовки
Методологічна розірваність	Несистемне застосування сценаріїв і критеріїв оцінювання	Втрата цілісності формування професійних навичок

Управлінська фрагментація	Локальні рішення без загальної стратегії розвитку	Низька ефективність масштабування симуляційної освіти

Джерело: авторська розробка

Така освітня асиметрія з часом трансформується у різний рівень клінічної впевненості та відтворюваності результатів лікування, що ускладнює формування єдиного професійного простору стоматологічної допомоги.

Ізольоване функціонування симуляційних модулів без зв'язку з клінічною практикою створює ризик формалізації симуляційного навчання. У сучасних умовах це може виглядати як проведення симуляційних занять, результати яких не впливають на подальші освітні рішення чи професійні маршрути лікаря [274]. Наприклад, навіть за наявності даних про систематичні відхилення в техніці препарування чи в роботі з ендодонтичними інструментами ці результати не завжди використовуються для корекції клінічної діяльності чи планування індивідуального професійного розвитку. У результаті симуляційна освіта виконує лише демонстраційну функцію, не реалізуючи потенціал як інструменту управління якістю.

Технологічна асиметрія в симуляційній підготовці формує різний сенсомоторний досвід у лікарів-стоматологів, що має безпосередні клінічні наслідки. Використання симуляторів з обмеженою візуалізацією чи спрощеним тактильним зворотним зв'язком призводить до формування моторних стратегій, які недостатньо відповідають реальним умовам лікування. У практичному вимірі це може проявлятися в надмірному тиску на інструмент, нестабільності траєкторії рухів або труднощах адаптації до змін анатомії, що стає очевидним лише під час реальної роботи з пацієнтом. Відсутність уніфікованих технологічних орієнтирів посилює ці відмінності та знижує порівнюваність результатів підготовки.

Методологічна розірваність симуляційної стоматологічної освіти виявляється у відсутності узгоджених підходів до побудови сценаріїв і оцінювання результатів. У практиці це означає, що одна й та сама клінічна маніпуляція може відпрацьовуватися за різними логіками, з різними критеріями успішності та без чітко визначених контрольних точок [274]. Така ситуація ускладнює інтерпретацію симуляційних результатів і знижує довіру до них як до індикаторів професійної компетентності, особливо в контексті післядипломної підготовки та контролю якості.

Управлінська фрагментація проявляється залежно від розвитку симуляційної стоматологічної освіти від окремих локальних ініціатив, ентузіазму окремих підрозділів або короткострокових проєктів. У сучасних умовах це призводить до ситуації, коли навіть успішні симуляційні практики не масштабуються тане трансформуються в стабільні елементи системи підготовки [266]. Унаслідок цього симуляційна освіта розвивається як комплекс автономних рішень, а не як інтегрована система, що обмежує її вплив на довгострокове підвищення якості стоматологічної допомоги.

Масштабування симуляційної стоматологічної освіти на рівні національного освітнього простору супроводжується комплексом системних обмежень, які виходять за межі окремих закладів освіти та мають структурний характер. Одним із ключових стримувальних чинників є відсутність узгодженого механізму перенесення локально ефективних симуляційних практик у ширший освітній контекст. Навіть за наявності успішних моделей симуляційної підготовки їх відтворення в інших закладах часто унеможливлюється через несумісність освітніх програм, різні підходи до оцінювання результатів і відсутність єдиного простору взаємного визнання симуляційних результатів.

Суттєвою перешкодою масштабування постає обмежена здатність симуляційних технологій до інтеграції в масові освітні потоки.

Більшість симуляційних форматів орієнтовані на роботу з малими групами, індивідуалізований зворотний зв'язок та високий рівень фасилітації. У національному масштабі це створює дисбаланс між кількістю здобувачів освіти та пропускною спроможністю симуляційних центрів, що призводить до редукції симуляційного навчання до демонстраційних або скорочених форматів із втратою педагогічної ефективності.

Обмеженням масштабування є також висока залежність симуляційної стоматологічної освіти від складних технічних екосистем, які потребують постійного оновлення, калібрування та сервісного супроводу. У національному вимірі це створює проблему технологічної нестійкості: навіть незначні збої чи моральне старіння обладнання здатні швидко знецінювати освітній ефект. За відсутності централізованих механізмів технічної підтримки та оновлення симуляційна інфраструктура не масштабується рівномірно, а накопичує «технологічні розриви» між регіонами.

Додатковим обмеженням є складність уніфікації симуляційних даних і результатів навчання. Сучасні симуляційні платформи генерують значні масиви кількісних та якісних показників, однак ці дані зазвичай залишаються прив'язаними до конкретних програмних середовищ і не інтегруються до загальнонаціональних систем освітньої аналітики. Відсутність сумісних форматів обміну та інтерпретації результатів унеможливлює використання симуляційних показників як інструменту порівняльного аналізу підготовки фахівців у різних закладах.

Масштабування симуляційної стоматологічної освіти стримується також різною готовністю освітніх середовищ до зміни педагогічної парадигми. Симуляційне навчання передбачає переорієнтацію з трансляційної моделі освіти на модель активної взаємодії, рефлексії та аналізу помилок. У національному освітньому просторі така

трансформація відбувається нерівномірно, що зумовлює опір новим форматам, формалізацію симуляційних занять і зниження їх інтегративного потенціалу.

Окрему проблему становить відсутність стійких горизонтальних зв'язків між симуляційними центрами різних закладів. Масштабування потребує не лише вертикального управління, а й мережевої взаємодії, спільного використання сценаріїв, методичних напрацювань і результатів аналізу [278]. За умов слабко розвинених міжінституційних платформ симуляційна освіта залишається замкненою в межах окремих організацій і не формує ефекту накопичення якості на національному рівні.

Важливим напрямом подальшого розвитку симуляційної стоматологічної освіти є формування довгострокової моделі її підтримки, зорієнтованої не на окремі освітні ініціативи, а на системну інтеграцію в національну систему охорони здоров'я. Така модель має ґрунтуватися на визнанні симуляційного навчання як інструменту забезпечення клінічної безпеки, підвищення якості стоматологічної допомоги та підтримки професійної спроможності фахівців упродовж усього трудового життя. У цьому контексті ключовими рекомендаціями є забезпечення стабільності розвитку симуляційної інфраструктури, узгодження освітніх і клінічних цілей, формування єдиного простору симуляційних стандартів і створення механізмів довгострокового використання результатів симуляційного навчання в практиці охорони здоров'я.

Рекомендованою є орієнтація на модель, у якій симуляційна стоматологічна освіта функціонує як міжсекторальний компонент, що поєднує освітню, клінічну та управлінську логіку. Це передбачає системне використання симуляційних результатів не лише для навчальних цілей, а й для планування професійного розвитку кадрів, оцінювання готовності до виконання складних клінічних втручань і

підтримки внутрішніх систем забезпечення якості медичної допомоги. Важливою рекомендацією також є поетапний перехід від фрагментарних освітніх рішень до керованої моделі, у якій розвиток симуляційної освіти узгоджується з потребами системи охорони здоров'я загалом.

Передумовою реалізації зазначених рекомендацій є розроблення чіткого алгоритму формування довгострокової моделі підтримки симуляційної стоматологічної освіти, який дає змогу забезпечити послідовність рішень, уникнути дублювання функцій і зберегти сталість розвитку в умовах змін освітнього та клінічного середовища. Такий алгоритм має орієнтуватися на поступове нарощування системної спроможності, а не на швидке розширення без належного аналітичного й управлінського супроводу (рис. 4.5.1).

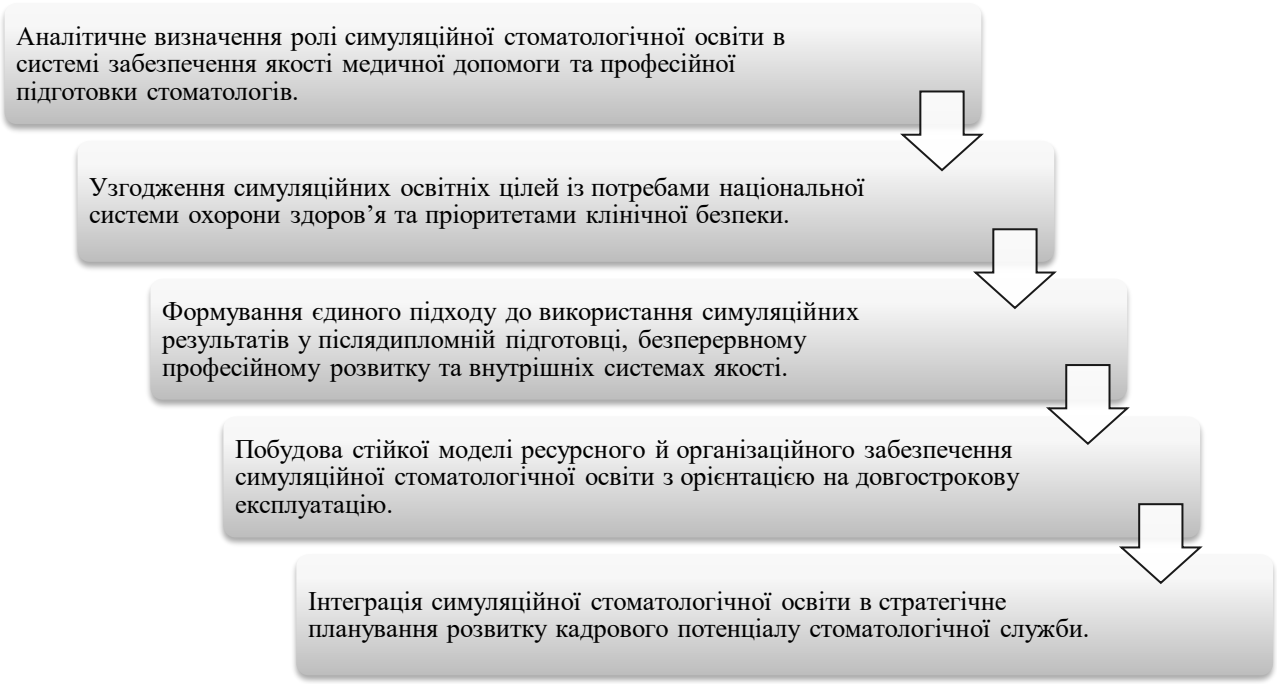

Рис. 4.5.1. Алгоритм формування довгострокової моделі підтримки симуляційної стоматологічної освіти

Джерело: авторська розробка

Практична реалізація запропонованого алгоритму в сучасних умовах передбачає поетапне впровадження симуляційних механізмів у

національний освітньо-клінічний простір із чітким визначенням їхнього функціонального призначення. На першому етапі аналітичне оцінювання дає змогу окреслити, які саме аспекти стоматологічної практики потребують симуляційної підтримки з позицій безпеки та якості, наприклад, складні мануальні втручання або критичні клінічні сценарії. Далі узгодження освітніх і клінічних цілей забезпечує спрямування симуляційних програм не лише на навчання, а й на вирішення системних завдань охорони здоров'я.

Формування єдиного підходу до використання симуляційних результатів надає можливість трансформувати дані, що отримані під час навчання, у практичний інструмент управління професійним розвитком і якістю допомоги. У сучасних умовах це може проявлятися у використанні симуляційних показників для планування підвищення кваліфікації, визначення потреб у додатковому тренуванні чи оцінювання готовності фахівців до впровадження нових клінічних технологій. Побудова стійкої ресурсної моделі забезпечує безперервність функціонування симуляційної освіти незалежно від короткострокових змін, а інтеграція в стратегічне кадрове планування дає змогу розглядати симуляційну стоматологічну освіту як інструмент довгострокового підвищення якості стоматологічної допомоги на національному рівні.

У результаті реалізація запропонованих рекомендацій та алгоритму створює підґрунтя для формування стабільної, керованої та зорієнтованої на потреби системи охорони здоров'я моделі підтримки симуляційної стоматологічної освіти, здатної забезпечити її сталий розвиток і реальний вплив на якість медичної допомоги.

Висновки до розділу 4

У межах розділу здійснено комплексне осмислення організаційно-педагогічних та етичних засад упровадження

симуляційного навчання в стоматологічній освіті, що надало можливість перейти від фрагментарного розгляду окремих освітніх інструментів до системного бачення симуляційної підготовки як багаторівневої соціопедагогічної та управлінської моделі. У результаті дослідження встановлено, що ефективність симуляційного навчання визначається не лише технологічною досконалістю симуляторів, а насамперед узгодженістю людського чинника, етичної регуляції, безпекових механізмів і стратегій інтеграції у ширший освітній і клінічний контекст.

Доведено, що ключовою передумовою результативності симуляційного процесу є функціонування міждисциплінарної команди як цілісного операційного механізму. Установлено, що саме взаємодія викладачів-клініцистів, педагогів, симуляційних тренерів і технічних фахівців формує навчальне середовище, у якому симуляція перестає бути імітацією окремих маніпуляцій і трансформується в керований освітній процес. Уперше обґрунтовано, що міждисциплінарна команда в умовах симуляційного навчання виконує не лише організаційну, а й методологічну функцію, забезпечуючи єдність клінічної логіки, педагогічних цілей і технологічних рішень.

У процесі аналізу етичних аспектів симуляційних сценаріїв встановлено, що етичність симуляційного навчання не зводиться до формального дотримання принципів безпеки, а потребує науково виваженого балансу між реалістичністю, психологічним навантаженням і освітньою доцільністю. Доведено, що симуляційні сценарії є простором контрольованого відтворення професійної відповідальності, у якому помилка набуває навчального, а не карального значення. Запропоновано концептуальне розуміння етичної регуляції симуляцій як механізму формування професійної рефлексії, культури відкритого обговорення помилок і готовності до відповідального клінічного рішення.

Дослідження питань управління ризиками та безпеки симуляційних клінічних сесій дало змогу встановити, що симуляційне навчання саме по собі є середовищем підвищеного педагогічного ризику, який потребує системного управління. Доведено, що безпека симуляційного процесу має багатовимірний характер та охоплює фізичні, психологічні, педагогічні й організаційні компоненти. Науково обґрунтовано доцільність переходу від реактивних підходів до управління ризиками до превентивної моделі, у якій стандарти безпеки інтегруються в структуру сценаріїв, алгоритми проведення сесій і процедури зворотного зв'язку.

У межах аналізу стратегій інтеграції симуляційного навчання до навчальних планів стоматологічних факультетів доведено, що ефективна симуляційна підготовка не може функціонувати як автономний освітній модуль. Визначено, що її максимальний дидактичний ефект досягається за умови курикулумної узгодженості, міждисциплінарної координації та поетапного ускладнення симуляційних завдань відповідно до рівня професійної готовності здобувачів освіти. Наукова новизна полягає в обґрунтуванні інтеграційних стратегій симуляційного навчання як інструменту формування цілісної клінічної компетентності, а не лише окремих мануальних навичок.

Розгляд перспектив державної політики та інституційної підтримки симуляційної стоматологічної освіти в Україні дав змогу виявити стратегічний потенціал симуляційного навчання як елемента національної системи охорони здоров'я. Установлено, що довгостроковий розвиток симуляційної освіти потребує переходу від локальних ініціатив до системної моделі підтримки, зорієнтованої на забезпечення якості медичної допомоги, безпеку пацієнтів і безперервний професійний розвиток стоматологів. Обґрунтовано, що інтеграція симуляційної освіти додержавної політики створює

підґрунтя для її трансформації з освітньої інновації в стабільний інструмент управління якістю людського ресурсу в охороні здоров'я.

Загалом результати розділу засвідчують, що симуляційне навчання в стоматологічній освіті є складною міждисциплінарною системою, яка потребує науково обґрунтованого управління, етичної регуляції та стратегічної підтримки. Запропоновані підходи, узагальнення та висновки формують цілісні концептуальні засади для подальшого розвитку симуляційної стоматологічної освіти та можуть бути використані як методологічне підґрунтя для вдосконалення освітньої практики та державної політики у сфері охорони здоров'я.

Список використаних джерел до розділу 4

227. Mara M. Interdisciplinary education and health care in geriatric dental medicine. *Dental Clinics*. 2021. Vol. 65, No.2. P. 377–391. URL: https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.11.001 (date of access: 14.01.2026).

228. Some aspects of using modern innovative nanotechnologies in dentistry: technical solutions, dilemma of implantation / S. O. Chertov, V. Kaminskyy, O. Tatarina, O. Mandych, A. Oliinyk. *Amazonia Investiga*. 2023. Vol. 12, No. 69. P. 291–303. URL: https://doi.org/10.34069/AI/2023.69.09.26 (date of access: 14.01.2026).

229. Evaluation of a virtual interprofessional oral-systemic health simulation experience in nursing, dentistry, medicine, and pharmacy education / J. Roitman et al. *Journal of Dental Education*. 2024. Vol. 88, No. 5. P. 544–553. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.13498 (date of access: 14.01.2026).

230. Analysis of the effectiveness of the implementation of digital technologies in the educational process of medical HEIs: challenges, optimization / I. Vasianovych, O. Tatarina, E. Lenha, O. Ruda, O. Vainahii, N. Dymar. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*. 2023. Vol. 17, No. 2. P. 32–42. URL: https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.3 (date of access: 14.01.2026).

231. Implementing and Evaluating Interprofessional Education for Dental Students: A Narrative Review / A. Y. Alqutaibi et al. *European Journal of Dentistry*. 2025. Vol. 19(04). P. 919–928. URL: https://doi.org/10.1055/s-0045-1804505 (date of access: 14.01.2026).

232. The Current Situation and Future Prospects of Simulators in Dental Education / Y. Li et al. *Journal of Medical Internet Research*. 2021. Vol. 23, no. 4. P. e23635. URL: https://doi.org/10.2196/23635 (date of access: 14.01.2026).

233. Perception of Realism and Acquisition of Clinical Skills in Simulated Pediatric Dentistry Scenarios / B. Bartolomé Villar et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19, no. 18. P. 11387. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph191811387 (date of access: 14.01.2026).

234. The Objective Structured Clinical Examination (OSCE) in Periodontology with Simulated Patient: The Most Realistic Approach to Clinical Practice in Dentistry / G. Cidoncha et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20, no. 3. P. 2661. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph20032661 (date of access: 14.01.2026).

235. Al-Sebaei M. O. Evaluating the use of role-play simulations in teaching management of medical emergencies in the dental clinic. *BMC Medical Education*. 2023. Vol. 23, no. 1. Article 831. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-023-04818-9 (date of access: 14.01.2026).

236. Impact of simulated patients on students' self-assessment of competency in practice of geriatric dentistry / S. A. Patel et al. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, no. 8. P. 908–916. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12176 (date of access: 14.01.2026).

237. Preclinical dental students self-assessment of an improved operative dentistry virtual reality simulator with haptic feedback / P. Rodrigues et al. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13, no. 1. Article 2823. URL: https://doi.org/10.1038/s41598-023-29537-5 (date of access: 14.01.2026).

238. McAlpin E., Levine M., Plass J. L. Comparing two whole task patient simulations for two different dental education topics. *Learning and Instruction*. 2022. P. 101690. URL: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101690 (date of access: 14.01.2026).

239. Medical Emergency Management in the Dental Office (MEMDO): A Pilot Study Assessing a Simulation-Based Training Curriculum for Dentists / J. W. Manton et al. *Anesthesia Progress*. 2021. Vol. 68, no. 2. P. 76–84. URL: https://doi.org/10.2344/anpr-67-04-04 (date of access: 14.01.2026).

240. Al-Saud L. M. The utility of haptic simulation in early restorative dental training: A scoping review. *Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 85, No. 5. P. 704–721.URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12518 (date of access: 14.01.2026).

241. Does the level of realism of clinical simulators have an influence on empathy in Dentistry students? / B. Bartolomé Villar et al. *Educación Médica*. 2025. Vol. 26, no. 5. P. 101072. URL: https://doi.org/10.1016/j.edumed.2025.101072 (date of access: 14.01.2026).

242. The impact of virtual reality haptic simulators in pre-clinical restorative dentistry: a qualitative enquiry into dental students' perceptions / A. Daud et al. *BMC Oral Health*. 2024. Vol. 24, no. 1. Article 988. URL: https://doi.org/10.1186/s12903-024-04704-w (date of access: 14.01.2026).

243. Mirghani I. A., Mushtaq F., Balkhoyor A., Loulwa M., Mon-Williams M., Bakker D. Simulation-based dental education: an international consensus report. *European Journal of Dental Education*. 2021. URL: https://www.researchgate.net/profile/Barry-Quinn-5/publication/353606212_Simulation-Based-Dental-Education-An-International-Consensus-Report (date of access: 14.01.2026).

244. Evaluating the impact of modern laser technologies on dentistry in European Union countries / S. O. Chertov, O. Tatarina, G. Karkimbayeva, Z. Rysbaeva, N. Dovzhuk. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2024. Vol. 3. Article 758. URL: https://doi.org/10.56294/sctconf2024.758 (date of access: 14.01.2026).

245. Re-defining the virtual reality dental simulator: Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback / J. Dixon et al. *European Journal of Dental Education*. 2020. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12581 (date of access: 14.01.2026).

246. Combining virtual reality and 3D-printed models to simulate patient-specific dental operative procedures–A study exploring student perceptions / A. Towers et al. *European Journal of Dental Education*. 2022. Vol. 26, No. 2. P. 393–403.URL: https://doi.org/10.1111/eje.12715 (date of access: 14.01.2026).

247. Tatarina O. Innovations in Ukrainian medicine: priorities, directions, and forecasts. *Futurity Medicine*. 2022. Vol. 1, No. 3. P. 42–51. URL: https://doi.org/10.57125/FEM.2022.09.30.05 (date of access: 14.01.2026).

248. Numerical Assessment Tool to Measure Realism in Clinical Simulation / G. Coro-Montanet et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20, no. 3. P. 2247. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph20032247 (date of access: 14.01.2026).

249. Yingsoon G. Y., Yiming C., Suyan Z., Haiyan Z., Xiaoyao T., Wenpang L. Integrating generative AI in teacher education: advancing immersive learning through

simulated environments, cutting-edge tools, and transformative practices. In: *Immersive Learning in Teacher Education: Simulated Environments, Tools, and Practices*. IGI Global Scientific Publishing. 2026. P. 101–136. URL: https://www.igi-global.com/chapter/integrating-generative-ai-in-teacher-education/383454 (date of access: 14.01.2026).

250. Modern possibilities and prospects of nanotechnology in dentistry / S. Chertov, V. Kaminskyy, O. Tatarina O. Mandych, A. Oliinyk. *International Journal of Computer Science & Network Security*. 2022. Vol. 22, No. 10. P. 97–106. URL: https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.10.14 (date of access: 14.01.2026).

251. Exploring the Ethical Dimensions of Artificial Intelligence and Robotics in Dental Education / G. S. Siang Lin et al. *Bangladesh Journal of Medical Science*. 2024. Vol. 23, no. 4. P. 999–1007. URL: https://doi.org/10.3329/bjms.v23i4.76509 (date of access: 14.01.2026).

252. The influence of clinical experience on dental students' ethical awareness / K. Hertrampf et al. *European Journal of Dental Education*. 2018. Vol. 23, no. 2. P. 101–109. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12408 (date of access: 14.01.2026).

253. Analysis of the prospects of modern laser technologies in dentistry: the experience of the EU countries / S. O. Chertov, O. Tatarina, G. Karkimbayeva, Z. Rysbayeva, N. Dovzhuk. *Azerbaijan Pharmaceutical and Pharmacotherapy Journal*. 2024. Vol. 23, No. 2. P. 58–64. URL: https://doi.org/10.61336/appj/23-2-12 (date of access: 14.01.2026).

254. A scoping review of simulation-based dental education / D. Higgins et al. *MedEdPublish*. 2020. Vol. 9, no. 1. Article 36. URL: https://doi.org/10.15694/mep.2020.000036.1 (date of access: 14.01.2026).

255. Nassar H. M., Tekian A. Computer simulation and virtual reality in undergraduate operative and restorative dental education: A critical review. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, no. 7. P. 812–829. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12138 (date of access: 14.01.2026).

256. Simulation-Based Medical Emergencies Education for Dental Students: A Three-Year Evaluation / K. Marti et al. *Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 83, no. 8. P. 973–980. URL: https://doi.org/10.21815/jde.019.084 (date of access: 14.01.2026).

257. How do we teach simulation-based dental education? Time for an evidence-based, best-practice framework / D. Higgins et al. *European Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 24, no. 4. P. 815–821. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12551 (date of access: 14.01.2026).

258. Emergency protocol in the dental clinic / L. Pius et al. *The Journal of the American Dental Association*. 2023. Vol. 154, No. 4. P. 301–310. URL: https://doi.org/10.1016/j.adaj.2022.12.004 (date of access: 14.01.2026).

259. Should attendance for preclinical simulation and clinical education be mandatory? / S. G. Saeed et al. *Journal of Dental Education*. 2021. Vol. 85, No. 10. P. 1655–1663. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12701 (date of access: 14.01.2026).

260. Situational simulation teaching effectively improves dental students' non-operational clinical competency and objective structured clinical examination performance / J.-H. Wu et al. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. Article 533. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-05546-4 (date of access: 14.01.2026).

261. Innovative Pedagogical Strategies in Health Professions Education: Active Learning in Dental Materials Science / G. S. S. Lin et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023. Vol. 20, no. 3. P. 2041. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph20032041 (date of access: 14.01.2026).

262. Rubaia'an M. A. B. Dental education: a guide for novice tutors. *Cureus*. 2023. Vol. 15, № 8. URL: https://doi.org/10.7759/cureus.43227 (date of access: 14.01.2026).

263. Simulation training for medical emergencies of dental patients: A review of the dental literature / N. Kishimoto et al. *Japanese Dental Science Review*. 2023. Vol. 59. P. 104–113. URL: https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.02.004 (date of access: 14.01.2026).

264. Kashbour W. A., Kendall J., Grey N. Students' perspectives of early and gradual transitioning between simulation and clinical training in dentistry and their suggestions for future course improvements. *European Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 23, no. 4. P. 471–481. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12455 (date of access: 14.01.2026).

265. Akram A., Bashir U., Yasmin S., Sattar K., Meo S. A. Integrated undergraduate dental curriculum. *Journal of Pakistan Medical Association*. 2019. Vol. 69, No.9. P. 1331–1336. URL: https://www.researchgate.net/profile/Ashfaq-Akram-2/publication/335650896_Integrated_undergraduate_dental_curriculum (date of access: 14.01.2026).

266. Biji N. G., Ackermann M. A., Lautenbacher F., Borgmann S., Sennhenn-Kirchner S., Demmer I. Interdisciplinary tutorial skills lab training in oral health as a strategy for promoting interdisciplinary skills. *GMS Journal for Medical Education*.

2025. Vol. 42, No.2. URL: https://doi.org/10.3205/zma001747 (date of access: 14.01.2026).

267. Thakur A., Yadav S. Virtual Practice for the Real-world Challenges: The Role of Simulation in Managing Dental Emergencies: A Scoping Review. *Current Trends in Dentistry*. 2025. Vol. 2, no. 1. P. 35–41. URL: https://doi.org/10.4103/ctd.ctd_7_25 (date of access: 14.01.2026).

268. Simulation-based education for selected communication skills: exploring the perception of post-graduate dental students / S. Mascarenhas et al. *Korean Journal of Medical Education*. 2021. Vol. 33, no. 1. P. 11–25. URL: https://doi.org/10.3946/kjme.2021.183 (date of access: 14.01.2026).

269. Wu D., Zheng Q., Sun B., Liu X., Yang J. Application of clinical-experimental-clinical teaching model for specialist training in dentistry. *Journal of Dental Education*. 2025. Article e13991. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.13991 (date of access: 14.01.2026).

270. The use of 3D printers in dental production practice: possibilities for the manufacture of individual dental prostheses and elements / M. Domysche, S. Terekhov, O. Astapenko, S. Vefelev, O. Tatarina. *Archives des Sciences: A Multidisciplinary Journal*. 2024. Vol. 74, Issue 2. P. 185–194. URL: https://doi.org/10.62227/as/74225 (date of access: 14.01.2026).

271. Modern methods and prospects for using artificial intelligence in disease diagnostics: a narrative review / Y. Rayisa, O. Tatarina, V. Kaminskyy, T. Silina, L. Bashkirova. *Futurity Medicine*. 2024. Vol. 3, No. 4. P. 11–23. URL: https://doi.org/10.57125/FEM.2024.12.30.02 (date of access: 14.01.2026).

272. Asessing availability and trainees' perceptions of simulation and augmented reality in prosthodontics postgraduate education in Pakistan: a cross-sectional study / T. Khalid et al. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-06542-4 (date of access: 14.01.2026).

273. The impact of simulation-based training in medical education: A review / C. Elendu et al. *Medicine*. 2024. Vol. 103, no. 27. P. e38813. URL: https://doi.org/10.1097/md.0000000000038813 (date of access: 14.01.2026).

274. Assessment of quality improvement of simulation-based learning using an evidence-based framework in dental education / E. Zain et al. *European Journal of Dental Education*. 2023. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12957 (date of access: 14.01.2026).

275. Maestre J. M., Rojo E., del Moral I. Future directions for simulation in healthcare: A critical review. *Journal of Healthcare Quality Research*. 2024. Vol. 39, No. 2. P. 120–125.URL: https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2023.12.003 (date of access: 14.01.2026).

276. Assessment and evaluation of online education and virtual simulation technology in dental education: a cross-sectional survey / Y. Fu et al. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. Article 191. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-05171-1 (date of access: 14.01.2026).

277. Interdisciplinary simulation-based teaching and learning for healthcare professionals: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / I. D. Saragih et al. *Nurse Education in Practice*. 2024. Vol. 76. Article 103920. URL: https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103920 (date of access: 14.01.2026).

278. The use of 3D printers for the manufacture of complex multi-component dentures in dentistry / M. Domysche, S. Terekhov, O. Astapenko, S. Vefelev, O. Tatarina. *Salud, Ciencia y Tecnología – Serie de Conferencias*. 2025. Vol. 4. Article 668. URL: https://doi.org/10.56294/sctconf2025668 (date of access: 14.01.2026).

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІНІЧНИХ КЕЙСІВ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ

5.1. Системний підхід до розроблення клінічного сценарію: структура, завдання, диференціація

Системний підхід до розроблення клінічного сценарію в симуляційній стоматологічній освіті ґрунтується на його розумінні як цілісної моделі, що поєднує освітні цілі, логіку клінічного мислення та контрольовані умови відпрацювання професійних дій. На відміну від описів окремих клінічних випадків, сценарій виконує функцію педагогічного конструкта: він моделює не лише результат маніпуляції, а й процес ухвалення рішень, послідовність дій, імовірні помилки та механізми їхнього усвідомлення. Такий підхід дає змогу забезпечити відтворюваність навчального досвіду, його адаптацію до різних рівнів підготовки здобувачів освіти та узгодженість із компетентнісними результатами освітньої програми.

Згідно з системним підходом клінічний сценарій має чітко визначену структуру, у якій кожен елемент виконує специфічні педагогічну й клінічну функції [273]. Процес його розроблення починається з формування навчального фокуса, що визначає конкретні професійні дії, когнітивні процеси та поведінкові реакції, які підлягають відпрацюванню. Наступним етапом є встановлення початкових умов, які окреслюють клінічний контекст і задають необхідні обмеження для здобувача освіти. Центральне місце посідає

логіка виконання сценарію, що відображає послідовність клінічних кроків і сприяє формуванню алгоритмічного мислення. Завершує структуру аналітико-рефлексивна частина, спрямована на узагальнення отриманого досвіду та зіставлення результатів з очікуваними навчальними цілями.

Важливою характеристикою системного підходу є диференціація клінічних сценаріїв, яка реалізується не через зміну їхнього типу, а шляхом варіативності складності, рівня автономності здобувача освіти та когнітивного навантаження. Той самий базовий сценарій адаптується до різних етапів підготовки через регулювання кількості підказок, ступеня структурованості завдання та вимог до самостійного ухвалення рішень. Це забезпечує поступовий перехід: від репродуктивного виконання дій до самостійного клінічного мислення, не порушуючи цілісності освітньої моделі.

У табл. 5.1.1 узагальнено основні структурні елементи клінічного сценарію та їхнє функціональне призначення в освітньому процесі.

Таблиця 5.1.1

Структурні елементи клінічного сценарію до симуляційного навчання стоматологів

Структурний елемент сценарію	**Функціональне призначення**	**Освітньо-клінічне значення**
Навчальний фокус	Визначення цільових компетентностей і дій	Узгодження сценарію з результатами навчання
Початкові умови	Формування клінічного контексту та обмежень	Наближення навчальної ситуації до реальної практики
Логіка клінічних дій	Послідовність і взаємозв'язок етапів	Формування алгоритмічного та клінічного мислення
Контрольні точки	Фіксація основних моментів виконання	Можливість об'єктивного педагогічного аналізу
Рефлексивний блок	Узагальнення досвіду та аналіз помилок	Закріплення навчального ефекту та самокорекція

Джерело: сформовано на підставі [273; 274; 275]

Застосування структурованого клінічного сценарію як базової освітньої одиниці дає змогу трансформувати симуляційне навчання стоматологів: від фрагментарного відпрацювання окремих маніпуляцій до цілісного формування клінічної діяльності. Запропонована структура забезпечує внутрішню узгодженість між освітньою метою, послідовністю дій і механізмами педагогічного контролю, що є особливо важливим в умовах масової підготовки здобувачів освіти з різним рівнем початкової готовності. Практичний досвід упровадження таких моделей підтверджує, що чітке визначення навчального фокуса істотно мінімізує ризик методичної надмірності – спроби охопити надто широке коло завдань без належної глибини їхнього опрацювання [275].

Задання початкових умов сценарію виконує роль стабілізаційного елемента освітнього середовища, що дає змогу стандартизувати вихідну клінічну ситуацію та усунути випадкові чинники, які не мають прямого навчального значення. Це забезпечує порівнюваність результатів між різними групами здобувачів освіти та гарантує, що складність завдання визначається педагогічним задумом, а не випадковою варіативністю умов [273]. На етапах поглибленої підготовки зазначений елемент сценарію навмисно модифікується, що створює контрольований простір для розвитку здатності працювати в умовах клінічної невизначеності.

Послідовність клінічних дій, закладена в сценарій, на практиці є інструментом формування алгоритмічного мислення, без якого неможливе безпечне виконання стоматологічних втручань. Вибудувана логіка переходу від одного етапу до іншого дає змогу здобувачеві освіти усвідомлювати не лише «як», а й «чому» виконується кожна дія, що сприяє формуванню стійких професійних моделей поведінки. Узагальнені спостереження в симуляційних центрах показують, що сценарії з прозорою логікою дій значно

зменшують кількість повторюваних помилок і сприяють кращому перенесенню набутих навичок у клінічну практику.

Фіксація контрольних точок у межах сценарію створює умови для об'єктивного педагогічного аналізу без порушення автономності освітньої діяльності. Такий підхід дає змогу перейти від суб'єктивного спостереження до структурованого оцінювання, у межах якого увага зосереджується на критичних моментах клінічного процесу. У практичному вимірі це забезпечує можливість формативного зворотного зв'язку, орієнтованого не на загальну оцінку виконання, а на конкретні рішення та дії, що визначають клінічний результат [276].

Завершальний рефлексивний етап сценарію забезпечує інтеграцію практичного досвіду в систему професійного мислення майбутнього лікаря-стоматолога. Саме на цьому етапі технічні дії набувають клінічного змісту, оскільки відбувається аналіз причин успішних і неуспішних рішень, їхнього співвіднесення з професійними стандартами та можливими наслідками для пацієнта. В освітньому процесі рефлексивний блок є основним механізмом переходу від відпрацювання навички до формування компетентності, що забезпечує стійкість результатів навчання.

Отже, структурна модель клінічного сценарію, реалізована в межах системного підходу, створює методично впорядкований і водночас гнучкий інструмент симуляційної підготовки, який сприяє поєднанню стандартизації освітнього процесу з диференціацією навчання та формуванням професійної автономності майбутніх стоматологів. Узагальнення логіки її функціонування доцільно представити у вигляді концептуальної схеми, що відображає взаємозв'язок між етапами сценарію, освітніми цілями та механізмами педагогічного контролю (рис. 5.1.1).

Рис. 5.1.1. Системна модель розроблення й реалізації клінічного сценарію в симуляційній стоматологічній освіті

Джерело: авторська розробка

Запропонована модель ґрунтується на циклічній організації освітньої діяльності, де клінічний сценарій розгортається як послідовність взаємопов'язаних блоків, об'єднаних єдиною освітньою логікою. Вхідний рівень моделі формує цільову рамку сценарію, визначаючи компетентнісні орієнтири та допустимі межі клінічної ситуації. Саме на цьому етапі відбувається узгодження сценарію з освітньою програмою та рівнем підготовки здобувачів освіти, що забезпечує його дидактичну релевантність.

Центральний рівень моделі відображає динаміку реалізації клінічних дій, де кожен етап сценарію виконує не лише технічну, а й когнітивну функцію. Логіка переходу між етапами побудована на стимулюванні усвідомленого ухвалення рішень, що запобігає механічному відтворенню алгоритмів. У практичному вимірі це дає змогу формувати клінічне мислення як процес постійної перевірки власних дій на відповідність контексту, а не як лінійне виконання інструкцій.

Завершальний рівень моделі виконує інтегративну функцію, поєднуючи результати виконання сценарію з механізмами рефлексії та корекції. Аналіз дій у формі зворотного зв'язку повертається до початкової рамки, що забезпечує замкненість навчального циклу. Така організація дає змогу використовувати результати реалізації одного сценарію як основу для модифікації наступних, що забезпечує поступове ускладнення завдань та розвиток автономності здобувачів освіти без втрати методичної керованості.

У практиці стоматологічної освіти зазначена схема функціонує як універсальний каркас для проєктування клінічних сценаріїв будь-якого рівня складності. Її застосування дає змогу дотримуватись єдиних структурних підходів попри змістове наповнення, що спрощує інтеграцію симуляційних модулів у навчальні плани та забезпечує порівнюваність освітніх результатів. Водночас циклічний характер моделі створює умови для адаптації сценаріїв до індивідуальних освітніх траєкторій, оскільки зміна параметрів на окремих етапах не порушує цілісності системи.

Таким чином, концептуальна схема системної моделі клінічного сценарію є не лише ілюстративним елементом, а й методологічним інструментом, що забезпечує стійкий зв'язок між педагогічним задумом, клінічним змістом та результатами симуляційної підготовки в стоматологічній освіті.

Структурування клінічного сценарію в симуляційній стоматологічній освіті є важливою умовою забезпечення його педагогічної керованості, клінічної валідності та відтворюваності результатів навчання. Науково обґрунтований сценарій не зводиться до опису послідовності клінічних дій, а постає як багатокомпонентна модель, де кожен елемент виконує визначену функцію у формуванні професійних компетентностей. Чітке виокремлення структурних компонентів дає змогу узгодити зміст сценарію з освітніми цілями,

забезпечити логіку клінічного мислення та створити умови для об'єктивного педагогічного аналізу без порушення автономності здобувача освіти.

Функціональне призначення окремих компонентів клінічного сценарію полягає в поєднанні когнітивних, мануальних і рефлексивних аспектів освітньої діяльності в єдину конструкцію. Кожен структурний елемент виконує роль своєрідного «опорного вузла», який задає напрям дій, обмежує варіативність педагогічного задуму та водночас дає змогу моделювати клінічну ситуацію як динамічний процес. Такий підхід є принципово важливим для стоматологічної освіти, оскільки якість професійної підготовки визначається не лише точністю виконання маніпуляцій, а й здатністю усвідомлювати клінічні наслідки ухвалених рішень.

У табл. 5.1.2 представлено узагальнену характеристику структурних компонентів клінічного сценарію та їхнє функціональне призначення в системі симуляційного навчання.

Таблиця 5.1.2

Структурні компоненти клінічного сценарію та їхнє функціональне призначення

Структурний компонент	**Змістова характеристика**	**Функціональне призначення**
Навчальна мета сценарію	Чітке формулювання очікуваних результатів навчання	Орієнтація сценарію на формування визначених компетентностей
Клінічний контекст	Опис вихідної клінічної ситуації та обмежень	Забезпечення реалістичності та педагогічної релевантності
Алгоритм клінічних дій	Послідовність професійних рішень і маніпуляцій	Формування алгоритмічного та клінічного мислення
Контрольні моменти	Основні етапи виконання сценарію	Можливість педагогічного аналізу без прямого втручання
Рефлексивний етап	Аналіз виконаних дій та ухвалених рішень	Закріплення навчального досвіду та самокорекція

Джерело: сформовано на підставі [277; 278; 279]

Функціонування структурних компонентів клінічного сценарію в сучасній стоматологічній освіті забезпечує трансформацію

симуляційного завдання з окремої навчальної події на керований процес формування професійної діяльності. Навчальна мета сценарію в реальних освітніх програмах слугує інструментом педагогічної фокусизації, який дає змогу чітко визначити межі допустимих клінічних дій та запобігає зміщенню акцентів з формування компетентності на механічне виконання маніпуляцій. Практика використання сценаріїв засвідчує, що саме чітко сформульована мета забезпечує відтворюваність результатів між різними навчальними групами, навіть за умови варіативності рівня підготовки здобувачів освіти [278].

Клінічний контекст виконує функцію моделювання типових умов професійної діяльності без надмірного ускладнення ситуації другорядними деталями. У практичному вимірі це реалізується через стандартизований опис клінічної ситуації, який задає вихідні параметри для ухвалення рішень і водночас обмежує довільне трактування завдання. Такий підхід є особливо ефективним на етапах формування базових клінічних навичок, коли стабільність умов дає змогу зосередити увагу на правильності дій, а не на подоланні випадкових труднощів. На більш просунутих рівнях підготовки варіативність контексту поступово зростає, що створює умови для розвитку адаптивності клінічного мислення.

Алгоритм клінічних дій, закладений у сценарій, на практиці є засобом формування структурованого професійного мислення. Його функціональне значення полягає в забезпеченні логічної послідовності рішень, яка відтворює реальний порядок клінічних дій, але водночас має чітку педагогічну ієрархію. Узагальнені спостереження в освітньому процесі свідчать, що сценарії з прозорим алгоритмом істотно мінімізують кількість типових помилок, пов’язаних із пропуском етапів або передчасним переходом до складніших дій, і сприяють стабілізації клінічної поведінки здобувачів освіти.

Контрольні моменти сценарію в сучасних умовах використовуються як інструмент об'єктивного педагогічного аналізу, що не порушує автономності освітньої діяльності. Їхнє практичне значення полягає в можливості фіксації основних рішень і дій без прямого втручання в хід виконання завдання. Практичний досвід засвідчує, що наявність контрольних моментів дає змогу здійснювати формативне оцінювання, орієнтоване на аналіз процесу, а не лише остаточного результату, що є принципово важливим для формування клінічної відповідальності.

Рефлексивний етап завершує структурну логіку сценарію, забезпечуючи інтеграцію отриманого досвіду в систему професійних знань. У реальних умовах навчання цей компонент використовується як аналітичний простір для осмислення причин помилок, оцінювання адекватності рішень і прогнозування можливих клінічних наслідків. Практичні приклади свідчать, що саме рефлексивний етап забезпечує перехід від відпрацювання навички до формування стійкої компетентності, оскільки сприяє розвитку здатності до самоконтролю та професійної самокорекції [279].

Загалом, взаємодія структурних компонентів клінічного сценарію в системі симуляційного навчання створює умови для методично керованого, але водночас гнучкого освітнього процесу, який відповідає сучасним вимогам підготовки лікарів-стоматологів та забезпечує ефективне перенесення набутих умінь у клінічну практику.

Диференціація клінічних сценаріїв у симуляційній стоматологічній освіті є необхідною умовою забезпечення поступального формування професійних компетентностей та узгодження освітнього процесу з етапами підготовки майбутнього лікаря-стоматолога. У межах системного підходу диференціація трактується не як зміна типу клінічної ситуації, а як педагогічно керована модифікація параметрів сценарію, що визначають рівень

когнітивного навантаження, ступінь автономності здобувача освіти та складність ухвалення клінічних рішень. Такий підхід дає змогу використовувати єдину структурну модель сценарію для різних освітніх рівнів, забезпечуючи наступність навчання та збереження стандартів підготовки. Важливим аспектом диференціації є узгодження освітніх цілей із реальними можливостями здобувачів освіти на конкретному етапі навчання. На початкових рівнях підготовки сценарії орієнтовані на формування базових професійних дій і розуміння логіки клінічних алгоритмів. На наступних етапах акцент зміщується на самостійне ухвалення рішень, інтеграцію кількох клінічних завдань і оцінювання ризиків.

Таким чином, диференціація забезпечує поступовий перехід від керованого навчання до професійної автономності без розриву між освітніми етапами. У табл. 5.1.3 узагальнено основні параметри диференціації клінічних сценаріїв залежно від рівня підготовки та освітніх цілей у симуляційній стоматологічній освіті. Практична реалізація диференціації клінічних сценаріїв у симуляційній стоматологічній освіті ґрунтується на поступовій зміні параметрів освітнього середовища відповідно до рівня сформованості професійних компетентностей здобувачів освіти. На початкових етапах підготовки сценарій виконує функцію структурованого освітнього простору, де кожен крок клінічної дії чітко визначений і педагогічно обґрунтований.

Таблиця 5.1.3

Параметри диференціації клінічних сценаріїв за рівнем підготовки та освітніми цілями

Параметр диференціації	**Початковий рівень підготовки**	**Середній рівень підготовки**	**Високий рівень підготовки**
Навчальний фокус	Засвоєння основних дій та послідовності	Інтеграція кількох етапів клінічної діяльності	Самостійне клінічне мислення
Ступінь автономності	Мінімальна, з чіткою регламентацією	Часткова, з обмеженим вибором рішень	Висока, з повною відповідальністю

Когнітивне навантаження	Низьке, структуроване	Помірне, варіативне	Високе, з елементами невизначеності
Педагогічна підтримка	Постійна та директивна	Селективна та коригувальна	Ненав'язлива, аналітична
Освітній результат	Формування основних навичок	Розвиток клінічної логіки	Професійна готовність

Джерело: сформовано на підставі [275; 279]

У таких умовах основна увага зосереджується на формуванні правильної послідовності дій та на розумінні причинно-наслідкових зв'язків між маніпуляціями та клінічним результатом. Узагальнена практика засвідчує, що саме жорстка структурованість сценаріїв на цьому етапі дає змогу мінімізувати кількість помилок, пов'язаних із дезорієнтацією або надмірним когнітивним навантаженням.

На середньому рівні підготовки диференціація сценаріїв проявляється через розширення меж самостійності та введення контрольованої варіативності клінічних рішень. Сценарій зберігає загальну логіку алгоритму, проте окремі етапи допускають альтернативні варіанти виконання, вибір яких потребує клінічної аргументації. У практичному навчанні це створює умови для розвитку аналітичного мислення та формування відповідальності за ухвалені рішення, оскільки здобувач освіти постає перед необхідністю оцінювати наслідки кожного вибору в межах заданого клінічного контексту. Узагальнені спостереження в симуляційних центрах свідчать, що саме на цьому етапі відбувається перехід від відтворення алгоритмів до їхнього усвідомленого застосування.

На високому рівні клінічні сценарії набувають характеру інтегрованих навчальних моделей, у яких здобувач освіти діє в умовах обмеженої інформації, часових обмежень та високої відповідальності за результат. Диференціація реалізується через мінімізацію кількості зовнішніх підказок і перенесення фокуса педагогічного аналізу з технічної правильності дій на логіку клінічного мислення та здатність прогнозувати можливі ускладнення. У практичному вимірі такі

сценарії моделюють ситуації, максимально наближені до реальної професійної діяльності, де лікар-стоматолог змушений самостійно інтегрувати наявні дані, ухвалювати рішення та нести відповідальність за їхні наслідки.

Важливою особливістю диференційованого підходу є збереження єдиної структурної основи сценарію попри рівень складності. Зміна окремих параметрів: ступеня автономності, когнітивного навантаження чи педагогічної підтримки – не порушує цілісності моделі, а навпаки, забезпечує наступність навчання. У сучасних умовах стоматологічної освіти це дає змогу використовувати клінічні сценарії як інструмент поетапного професійного зростання, за якого кожен наступний рівень підготовки логічно спирається на попередній.

Таким чином, диференціація клінічних сценаріїв за рівнем підготовки та освітніми цілями забезпечує баланс між стандартизацією освітнього процесу та розвитком професійної автономності, створюючи передумови для формування клінічно зрілих і методично підготовлених фахівців стоматологічного профілю.

Системне розроблення клінічних сценаріїв у стоматологічній освіті в сучасних умовах постає перед комплексом методичних, організаційних та дидактичних проблем, які істотно обмежують потенціал симуляційного навчання як інструменту формування професійних компетентностей. Однією з основних проблем залишається фрагментарність сценаріїв, що проявляється в зосередженні освітнього процесу на окремих маніпуляціях або ізольованих етапах клінічної діяльності без їхньої інтеграції в цілісну логіку лікувального процесу. За таких умов симуляційне навчання втрачає системний характер і не забезпечує формування клінічного мислення, оскільки здобувач освіти опановує окремі дії без розуміння їхнього місця в загальній структурі професійної діяльності лікаря-стоматолога.

Похідною від фрагментарності є відсутність єдиної логіки побудови клінічних сценаріїв, яка б забезпечувала їхню наступність і порівнюваність між різними навчальними модулями та рівнями підготовки. На практиці це призводить до значної варіативності підходів до розроблення сценаріїв навіть у межах одного закладу освіти, коли структура, складність і освітній акцент сценарію залежать переважно від індивідуального досвіду викладача, а не від узгодженої методичної моделі. Відсутність уніфікованої логіки ускладнює інтеграцію симуляційних сценаріїв у навчальні плани та знижує можливість об'єктивного оцінювання результатів підготовки.

Важливою проблемою є неузгодженість між освітніми цілями клінічного сценарію та механізмами оцінювання результатів його виконання. У багатьох випадках сценарій декларує формування складних інтегрованих компетентностей, однак оцінювання зводиться до перевірки окремих технічних параметрів або формального виконання алгоритму. Такий розрив між цілями та оцінюванням призводить до обмеження клінічної діяльності набором контрольованих дій і не дає змоги об'єктивно оцінити рівень сформованості клінічного мислення, здатності до ухвалення рішень і професійної відповідальності.

Окремою системною проблемою є обмежена адаптивність клінічних сценаріїв до різних рівнів підготовки здобувачів освіти. Часто вони розробляються як універсальні, без чіткого розмежування за параметрами складності, рівня автономності та когнітивного навантаження. Унаслідок цього такі сценарії виявляються або надто складними для початкових етапів навчання, або недостатньо стимулювальними для високого рівня підготовки, що знижує їх освітню ефективність. Відсутність механізмів диференціації обмежує можливість застосування єдиного сценарію як інструменту поетапного професійного зростання.

До низки проблем належить також недостатня формалізація структурних компонентів сценарію, що унеможливлює його відтворюваність та масштабування. За відсутності чітко визначених обов'язкових елементів сценарію клінічні ситуації часто мають описовий характер і не забезпечують стабільного освітнього результату у разі повторного використання. Це ускладнює контроль якості симуляційного навчання та створює залежність освітнього процесу від суб'єктивних чинників.

Додатковим обмеженням є слабка інтеграція сценарного підходу з загальною компетентнісною моделлю підготовки стоматологів. У багатьох випадках клінічні сценарії розглядаються як допоміжний або ілюстративний елемент освітнього процесу, а не як центральний механізм формування професійних умінь. Така позиція обмежує їхню роль у системі оцінювання та не дає змоги застосовувати сценарії для управління освітніми результатами.

Удосконалення системного проєктування клінічних сценаріїв у стоматологічній освіті потребує переходу від інтуїтивного або локально орієнтованого підходу до методично формалізованої моделі, здатної забезпечити сталість, відтворюваність і педагогічну ефективність симуляційного навчання. Першочерговим напрямом такого вдосконалення є впровадження єдиної структурної рамки клінічного сценарію, яка б використовувалася незалежно від його змістового наповнення чи рівня складності. Чітке визначення обов'язкових компонентів сценарію дає змогу уникнути фрагментарності, забезпечує логічну цілісність клінічної ситуації та створює підґрунтя для порівнюваності результатів навчання між різними навчальними модулями та закладами освіти.

Важливою методичною рекомендацією є узгодження проєктування клінічного сценарію з компетентнісною моделлю підготовки лікаря-стоматолога. Сценарій має розглядатися не як

допоміжний елемент освітнього процесу, а як основний інструмент формування й перевірки професійних компетентностей. Це передбачає чіткий зв'язок між освітньою метою сценарію, очікуваними результатами навчання та критеріями їхнього оцінювання. Такий підхід дає змогу уникнути розриву між декларованими цілями та фактичним педагогічним ефектом симуляційного навчання й забезпечує його інтеграцію в загальну систему контролю якості підготовки.

Методично обґрунтованим є також упровадження принципів диференціації ще на етапі проєктування сценарію, а не на стадії його застосування. Закладання можливості зміни рівня автономності, когнітивного навантаження та складності ухвалення рішень у межах однієї сценарної моделі дає змогу адаптувати її до різних етапів підготовки без порушення структурної цілісності. У практичному вимірі це створює умови для застосування сценарію як інструменту поетапного професійного розвитку, а не одноразового навчального завдання.

Окремої уваги потребує методичне забезпечення механізмів педагогічного контролю та рефлексії. Контрольні точки та аналітичні етапи сценарію мають бути спроєктовані таким чином, щоб забезпечувати об'єктивний аналіз клінічних дій без надмірного втручання в процес виконання. Це дає змогу зберігати автономність освітньої діяльності здобувачів і водночас формує підґрунтя для формативного оцінювання, орієнтованого на процес ухвалення рішень, а не лише на остаточний результат.

Методично доцільним є також розвиток міжкафедральної та міждисциплінарної координації в проєктуванні клінічних сценаріїв. Узгодження підходів до структури, логіки та рівнів їхньої складності між різними освітніми компонентами сприяє формуванню цілісного клінічного мислення та мінімізує ризик дублювання або методичної

розрізненості навчального матеріалу. Така координація дає змогу застосовувати клінічні сценарії як інтегративний елемент освітньої програми, а не як ізольовані навчальні епізоди.

Загалом, реалізація зазначених методичних рекомендацій забезпечує перехід до системного проєктування клінічних сценаріїв, коли симуляційне навчання стає керованим, адаптивним і методично прозорим процесом. Це створює умови для підвищення якості підготовки майбутніх лікарів-стоматологів, посилення зв'язку між освітніми цілями та результатами й формування професійної автономності в умовах контрольованого освітнього середовища.

5.2. Класифікація й типологія симуляційних ситуацій: діагностичні, хірургічні, ургентні, міждисциплінарні кейси

Типологізація симуляційних кейсів у стоматологічній освіті спрямована на впорядкування різноманіття навчальних ситуацій, що використовуються для моделювання клінічної діяльності, і забезпечення їхнього цілеспрямованого застосування в освітньому процесі. На відміну від підходів, орієнтованих на технічні або організаційні характеристики симуляцій, у цьому розділі типологізація ґрунтується на клінічній і дидактичній логіці професійної діяльності лікаря-стоматолога. Такий підхід дає змогу розглядати симуляційний кейс як універсальну навчальну одиницю, яка може реалізовуватися в різних формах, але зберігає незмінне освітнє призначення.

Основною особливістю типологізації симуляційних кейсів є її багатовимірний характер. Один і той самий кейс може одночасно належати до кількох класифікаційних груп залежно від клінічної функції, характеру ухвалення рішень, рівня потенційного ризику та освітньої мети. Це зумовлює доцільність не лінійної, а матричної класифікації, яка дає змогу гнучко поєднувати різні параметри й

адаптувати симуляційні ситуації до конкретних завдань підготовки. У такому контексті типологізація виконує не описову, а інструментальну функцію, слугуючи основою для планування освітньої траєкторії та поетапного ускладнення симуляційних завдань.

У табл. 5.2.1 подано узагальнену класифікацію симуляційних кейсів у стоматологічній освіті за основними ознаками, що відображають їхнє клінічне й дидактичне призначення.

Таблиця 5.2.1

Класифікація симуляційних кейсів у стоматологічній освіті за основними ознаками

Класифікаційна ознака	**Типи симуляційних кейсів**	**Освітнє призначення**
За клінічною функцією	Діагностичні, хірургічні, ургентні, міждисциплінарні	Формування відповідних видів клінічної діяльності
За характером рішень	Алгоритмізовані, варіативні, ситуаційно-адаптивні	Розвиток клінічного мислення різного рівня
За рівнем клінічного ризику	Низького, помірного, високого ризику	Формування професійної відповідальності
За ступенем інтеграції	Моноваріантні, інтегровані	Підготовка до комплексного клінічного аналізу
За освітньою метою	Навчальні, тренувальні, контрольні	Управління етапами освітнього процесу

Джерело: сформовано на підставі [280; 281; 282]

Функціонування класифікаційної моделі симуляційних кейсів у стоматологічній освіті забезпечує можливість цілеспрямованого добору навчальних ситуацій відповідно до завдань підготовки й етапу професійного становлення здобувачів освіти. Поділ кейсів за клінічною функцією застосовується в освітній практиці як основний орієнтир для структурування змісту симуляційних занять, оскільки дає змогу розмежувати ситуації, спрямовані на формування діагностичної логіки, від кейсів, орієнтованих на виконання лікувальних або комплексних клінічних дій. Приклади застосування такої класифікації демонструють, що чітке визначення клінічної функції кейсу запобігає

методичному перевантаженню одного заняття різнорідними освітніми цілями та сприяє послідовному формуванню професійних умінь [283].

Класифікація за характером ухвалення рішень на практиці застосовується для регулювання складності симуляційного навчання без зміни змісту клінічної ситуації. Алгоритмізовані кейси сприяють відпрацюванню стандартних моделей клінічної поведінки та закріпленню правильної послідовності дій, тоді як варіативні й ситуаційно-адаптивні кейси створюють умови для аналізу альтернативних рішень і обґрунтування обраної тактики. Практика симуляційного навчання засвідчує, що поєднання цих типів кейсів у межах одного модуля балансує стандартизацію підготовки та розвиток клінічного мислення [282].

Використання рівня клінічного ризику як класифікаційної ознаки дає змогу педагогічно керувати формуванням відповідального ставлення до професійних рішень. Кейси з низьким рівнем ризику застосовуються переважно для опанування базових умінь, тоді як ситуації з потенційно значущими клінічними наслідками орієнтовані на розвиток здатності прогнозувати ускладнення й оцінювати наслідки власних дій. У практичних умовах стоматологічної освіти це дає змогу поступово підвищувати психологічну та професійну готовність здобувачів освіти до складних клінічних ситуацій без порушення принципів безпеки та навчальної доцільності.

Ступінь інтеграції симуляційного кейсу визначає широту клінічного контексту, у межах якого здійснюється освітня діяльність. Моноваріантні кейси дають змогу зосередити увагу на конкретному клінічному завданні, тоді як інтегровані ситуації моделюють умови реальної професійної практики, що вимагає одночасного врахування кількох чинників та міжпрофесійної взаємодії. Аналіз практики застосування інтегрованих кейсів в освітньому процесі засвідчує їхню

ефективність у формуванні системного клінічного мислення та готовності до комплексного аналізу стану пацієнта.

Орієнтація класифікації на освітню мету дає змогу застосовувати симуляційні кейси як інструмент управління освітнім процесом. Навчальні кейси забезпечують первинне формування знань і навичок, тренувальні – їхнє закріплення та автоматизацію, тоді як контрольні дають змогу оцінити рівень готовності до самостійної клінічної діяльності. У сучасних умовах стоматологічної освіти така система класифікації забезпечує методичну прозорість симуляційного навчання та створює умови для планомірного формування професійних компетентностей.

Діагностичні симуляційні кейси посідають центральне місце в системі симуляційної стоматологічної освіти, оскільки на цьому етапі формується логіка клінічного мислення та визначається подальша тактика лікування. У такому разі навчальний акцент зміщується з виконання мануальних дій на аналіз симптомів, інтерпретацію клінічних і додаткових даних та обґрунтований вибір діагностичного рішення. Діагностичний кейс відтворює типову або ускладнену клінічну ситуацію, у межах якої здобувач освіти має послідовно зібрати інформацію, оцінити її значущість і сформувати клінічний висновок, що відповідає професійним стандартам стоматологічної практики.

Специфікою діагностичних симуляційних кейсів є перевага когнітивного компонента освітньої діяльності над технічним. Вони спрямовані на формування здатності розпізнавати патологічні стани, диференціювати схожі клінічні прояви та прогнозувати можливі наслідки помилкового або несвоєчасного діагностичного рішення. У такому контексті симуляційний кейс є інструментом відпрацювання не лише знань, а й клінічної логіки, що є передумовою надання безпечної та ефективної стоматологічної допомоги. У табл. 5.2.2 узагальнено

основні різновиди діагностичних симуляційних кейсів та їхнє освітнє призначення.

Таблиця 5.2.2

Типи діагностичних симуляційних кейсів у стоматологічній освіті

Тип діагностичного кейсу	**Ключовий зміст**	**Освітнє призначення**
Симптомоорієнтований	Аналіз скарг і клінічних проявів	Формування первинної діагностичної гіпотези
Дано-інтерпретаційний	Оцінювання результатів обстежень	Розвиток аналітичного мислення
Диференційно-діагностичний	Порівняння альтернативних діагнозів	Формування клінічної аргументації
Комплексний	Інтеграція симптомів і даних	Розвиток системного клінічного мислення
Тактикоорієнтований	Вибір подальшої діагностичної стратегії	Підготовка до клінічних рішень

Джерело: сформовано на підставі [284; 285; 286]

У практиці симуляційної стоматологічної освіти діагностичні кейси найчастіше моделюють ситуацію первинного звернення пацієнта, коли необхідно послідовно сформувати клінічне бачення проблеми. Типовим є кейс, у якому навчальна ситуація починається зі скарг на біль або дискомфорт у ділянці зубощелепної системи без чітко визначеної локалізації. Здобувач освіти отримує обмежений набір вихідної інформації та має встановити, які симптоми є основними, які – супутніми, і на цій основі сформувати первинну діагностичну гіпотезу. Такий кейс дає змогу відпрацювати навички логічного аналізу клінічних проявів і уникнення передчасних висновків на основі окремих ознак.

Іншим поширеним різновидом є діагностичний кейс, у якому клінічна картина не є однозначною, а вирішальну роль відіграє інтерпретація результатів обстеження. Навчальна ситуація може моделювати випадок, коли зовнішні прояви мінімальні, однак наявні дані обстеження вказують на прихований патологічний процес. У

межах такого кейсу здобувач освіти має співвіднести клінічні ознаки з результатами обстеження, оцінити їхній взаємозв'язок і з'ясувати, які з них є діагностично визначальними. Цей тип кейсу формує здатність працювати з комплексною інформацією та запобігає фрагментарному підходу до діагностики.

Окрему групу становлять диференційно-діагностичні кейси, що відтворюють ситуації з кількома можливими діагностичними варіантами. У таких навчальних сценаріях клінічні прояви можуть відповідати різним патологічним станам, кожен із яких потребує іншої клінічної тактики. Здобувач освіти послідовно аналізує кожну можливу версію, зіставляє її з наявними даними й аргументовано обґрунтовує вибір основного діагнозу. Подібні кейси є особливо ефективними для формування навичок клінічної аргументації та розвитку критичного мислення, оскільки змушують оцінювати не лише правильність рішення, а й логіку його ухвалення [285].

Комплексні діагностичні кейси моделюють клінічні ситуації, у яких поєднується декілька проблем або спостерігається атиповий перебіг захворювання. Навчальна ситуація може охоплювати поєднання локальних стоматологічних змін із загальними скаргами або фоновими станами, що ускладнюють діагностичний процес. Здобувач освіти має інтегрувати всі наявні дані в єдину клінічну модель, визначити пріоритетність проблем і сформувати цілісне діагностичне рішення. Такі кейси максимально наближені до реальної клінічної практики й сприяють формуванню системного підходу до аналізу стану пацієнта.

Завершальну ланку діагностичних симуляційних кейсів становлять ситуації, орієнтовані на вибір подальшої діагностичної або клінічної тактики. У таких навчальних сценаріях після формування діагностичного висновку необхідно визначити, чи достатньо наявної інформації для переходу до наступного етапу або ж потрібні додаткові

уточнення. Здобувач освіти має обґрунтувати доцільність подальших дій, усвідомлюючи відповідальність за рішення. Цей тип кейсів формує розуміння діагностики як динамічного процесу, а не як одноразового акту. Так, діагностичні симуляційні кейси в стоматологічній освіті представлені системою навчальних ситуацій, що охоплюють увесь спектр діагностичної діяльності – від первинного аналізу симптомів до ухвалення тактично значущих клінічних рішень [284]. Їхнє послідовне використання забезпечує формування цілісного клінічного мислення та готовності майбутнього лікаря-стоматолога до роботи з варіативними та складними діагностичними ситуаціями.

Хірургічні симуляційні кейси в стоматологічній освіті спрямовані на моделювання інвазивних втручань як складного поєднання технічних дій, клінічних рішень і відповідальності за безпеку пацієнта. На відміну від діагностичних кейсів, у яких домінує когнітивний компонент, хірургічні поєднують алгоритмізовану послідовність маніпуляцій із необхідністю постійного клінічного контролю та оцінювання ризиків. Вони дають змогу відпрацювати не лише правильність виконання окремих етапів втручання, а й логіку хірургічного процесу як цілісної клінічної дії, що має чіткий початок, перебіг і завершення.

Визначальною особливістю хірургічних симуляційних кейсів є їхня орієнтація на стандартизовану послідовність дій у поєднанні з контролем клінічної безпеки. Такі кейси відтворюють ситуації, у яких будь-яке відхилення від обґрунтованого алгоритму може призвести до ускладнень, що надає освітньому процесу високої відповідальності. У цьому контексті симуляційний кейс є інструментом формування професійної дисципліни, здатності дотримуватися клінічних меж і усвідомлювати наслідки кожного хірургічного рішення. У табл. 5.2.3 подано типологію хірургічних симуляційних кейсів у стоматологічній освіті з урахуванням характеру втручання та освітнього призначення.

Таблиця 5.2.3

Типи хірургічних симуляційних кейсів у стоматологічній освіті

Тип хірургічного кейсу	**Характер інвазивних дій**	**Освітнє призначення**
Алгоритмічний	Чітко регламентоване втручання	Засвоєння послідовності хірургічних дій
Контрольований ускладнений	Інвазивні дії з підвищеними вимогами	Формування навичок клінічного контролю
Безпековоорієнтований	Акцент на профілактиці ускладнень	Розвиток відповідальності за пацієнта
Тактично-варіативний	Альтернативні шляхи виконання	Формування хірургічного мислення
Інтегрований	Поєднання кількох хірургічних етапів	Підготовка до комплексних втручань

Джерело: сформовано автором на підставі [287; 288; 289]

У симуляційній стоматологічній освіті типовий хірургічний кейс відтворює навчальну ситуацію, у якій здобувач освіти має виконати інвазивне втручання з чітко визначеною послідовністю дій. Освітній сценарій починається з вихідних клінічних умов, що не передбачають ускладнень, і вимагає послідовного виконання підготовчого етапу, основних хірургічних маніпуляцій та завершення втручання. У межах такого кейсу основним є дотримання встановленого алгоритму та контроль кожного етапу, що дає змогу сформувати базову хірургічну дисципліну й усвідомлення логіки інвазивного втручання як цілісного процесу.

Іншим поширеним навчальним варіантом є хірургічний кейс, у якому перебіг втручання ускладнюється зміною клінічних умов. Навчальна ситуація моделює момент, коли стандартна послідовність дій потребує корекції, а здобувач освіти має своєчасно оцінити ситуацію та адаптувати подальші кроки. У межах такого кейсу формуються навички клінічного контролю, уважності до перебігу втручання й здатності ухвалювати обґрунтовані рішення в умовах підвищеної відповідальності [289].

Окрему групу становлять хірургічні симуляційні кейси, у яких центральним елементом є безпека пацієнта. Навчальна ситуація передбачає виникнення моменту, коли продовження інвазивної дії може створювати потенційний ризик. Здобувач освіти має розпізнати критичну межу, зупинити або змінити подальший хід втручання та обґрунтувати своє рішення. Такі кейси формують усвідомлення відповідальності лікаря за кожну дію та закладають основи безпечної хірургічної поведінки.

У тактично-варіативних хірургічних кейсах навчальна ситуація відтворює умови, за яких можливі кілька допустимих шляхів виконання втручання. Здобувач освіти має обрати один із варіантів, зважаючи на клінічний контекст, та аргументуючи його доцільність. У межах такого кейсу відпрацьовується не лише техніка виконання маніпуляцій, а й здатність адаптувати хірургічну тактику до конкретної ситуації, що наближає навчання до реальних умов клінічної практики.

Інтегровані хірургічні симуляційні кейси моделюють складні навчальні ситуації, у яких втручання складається з кількох взаємопов'язаних етапів. Навчальний сценарій передбачає послідовне виконання кількох хірургічних дій, за якого порушення логіки на одному етапі впливає на перебіг наступних. Здобувач освіти має зберігати цілісне бачення хірургічного процесу, контролювати стан пацієнта та прогнозувати наслідки своїх дій. Отже, хірургічні симуляційні кейси в стоматологічній освіті постають як система типових навчальних ситуацій, що відтворюють основні моделі інвазивної клінічної діяльності. Вони дають змогу поєднати відпрацювання технічних навичок із формуванням відповідального ставлення до безпеки пацієнта, послідовності дій і професійних рішень, що є необхідною передумовою підготовки майбутнього лікаря-стоматолога до реальної хірургічної практики.

Ургентні симуляційні ситуації в стоматологічній освіті відображають специфічний клас клінічних випадків, для яких визначальними є часовий тиск, підвищений ризик для пацієнта та необхідність негайного ухвалення професійно обґрунтованих рішень. На відміну від планових діагностичних або хірургічних кейсів, ургентні ситуації моделюють умови, за яких помилка або затримка дій можуть мати безпосередні негативні наслідки. Саме з огляду на це такі симуляційні кейси спрямовані не лише на перевірку знань і технічних умінь, а й на формування готовності діяти в стресових умовах, дотримуючись чітких алгоритмів і принципів клінічної безпеки.

В освітньому процесі ургентні симуляційні ситуації виконують функцію інтегративного елемента, що поєднує клінічні знання, навички швидкої оцінки стану пацієнта та здатність до самоконтролю. Вони дають змогу моделювати обставини, максимально наближені до реальної практики, у яких лікар-стоматолог має діяти впевнено, послідовно та відповідально, навіть в умовах обмеженого часу та неповної інформації. Отже, ургентні кейси є важливим інструментом формування професійної готовності та психологічної стійкості майбутніх фахівців. У табл. 5.2.4 подано основні типи ургентних симуляційних ситуацій у стоматологічній практиці та їхнє освітнє призначення.

Таблиця 5.2.4

Типи ургентних симуляційних ситуацій у стоматологічній практиці

Тип ургентної ситуації	**Клінічна характеристика**	**Освітнє призначення**
Больовий ургентний стан	Раптовий інтенсивний біль	Формування навичок швидкої клінічної оцінки
Кровотеча	Неконтрольована або посилена крововтрата	Відпрацювання алгоритмів невідкладних дій
Травматичне ушкодження	Гостре пошкодження тканин	Розвиток здатності діяти в умовах ризику

Загальносоматичне ускладнення	Раптове погіршення загального стану	Формування міждисциплінарної готовності
Комбінований ургентний випадок	Поєднання кількох загроз	Інтеграція клінічних і поведінкових навичок

Джерело: сформовано на підставі [290; 291; 292]

У симуляційній стоматологічній освіті ургентний кейс часто моделює ситуацію раптового звернення пацієнта з різко вираженим больовим синдромом, який не дає змоги здійснити стандартний послідовний збір анамнезу. Навчальний сценарій розпочинається з інтенсивних скарг, на тлі яких пацієнт демонструє неспокій і знижену здатність до співпраці. Здобувач освіти має за обмежений проміжок часу визначити характер болю, встановити його клінічну значущість й ухвалити рішення щодо першочергових дій. У такому випадку визначальним є вміння швидко відокремлювати критично важливі симптоми від другорядних і діяти відповідно до клінічних пріоритетів, не вдаючись до надмірних або запізнілих рішень.

Інший типовий ургентний симуляційний кейс відтворює ситуацію, у якій під час стоматологічного втручання несподівано виникає активна кровотеча. Навчальний сценарій розгортається динамічно: початково стабільний перебіг маніпуляції раптово змінюється, клінічне поле ускладнюється, а час на реагування суттєво скорочується. Здобувач освіти має негайно зосередитися на контролі ситуації, зберігаючи послідовність дій і професійну зібраність. Такий кейс дає змогу відпрацювати здатність швидко переходити від планового режиму роботи до ургентного, не втрачаючи логіки клінічного мислення та відповідальності за безпеку пацієнта.

Поширеним у симуляційному навчанні є ургентний кейс, що моделює гостре травматичне ушкодження зубощелепної системи [291]. Навчальна ситуація починається з опису нещодавньої травми, супроводжується болем, кровоточивістю та порушенням функції, а

інколи – емоційною дезорганізацією пацієнта. Здобувач освіти має швидко оцінити характер ушкодження, визначити першочергові загрози та обрати дії, спрямовані на стабілізацію стану. За таких обставин формується вміння працювати в умовах високого ризику, коли клінічне рішення повинно бути ухвалене оперативно, але з урахуванням можливих наслідків кожного кроку.

Окрему групу ургентних симуляційних кейсів становлять ситуації раптового погіршення загального стану пацієнта під час стоматологічного прийому. Навчальний сценарій відтворює момент, коли клінічна проблема виходить за межі локального стоматологічного втручання й потребує негайної реакції. Здобувач освіти має розпізнати небезпечні ознаки, змінити тактику ведення пацієнта та організувати подальші дії відповідно до принципів клінічної безпеки [290]. Такий кейс формує розуміння меж професійної відповідальності стоматолога та готовність діяти в ситуаціях, що потребують міждисциплінарної взаємодії.

Найскладнішими є комбіновані ургентні симуляційні ситуації, у яких одночасно наявні кілька загрозливих чинників. Навчальний сценарій може поєднувати гострий біль, кровотечу та виражену тривожну реакцію пацієнта, що створює високий рівень психологічного та часового навантаження. У межах такого кейсу здобувач освіти змушений визначати пріоритети дій, концентруватися на критичних аспектах ситуації та підтримувати контроль над клінічним процесом. Саме ці кейси найповніше відображають реальні умови ургентної стоматологічної практики й дають змогу сформувати професійну готовність до роботи в екстремальних клінічних умовах. Таким чином, ургентні симуляційні ситуації в стоматологічній освіті представлені системою типових навчальних кейсів, що відтворюють реальні клінічні події з часовим дефіцитом і підвищеним ризиком. Їхнє послідовне застосування забезпечує формування здатності швидко оцінювати

ситуацію, діяти алгоритмічно й відповідально та зберігати професійну зібраність, що є визначальним для підготовки майбутнього лікаря-стоматолога до ургентної клінічної практики.

Міждисциплінарні симуляційні кейси в стоматологічній освіті спрямовані на відтворення клінічних ситуацій, у яких стоматологічна допомога не може бути ефективною без урахування загального стану пацієнта, супутніх захворювань або участі фахівців інших медичних галузей. Такі кейси відображають реальні умови професійної діяльності, у яких стоматолог є не лише виконавцем окремих маніпуляцій, а й повноцінним учасником команди, що ухвалює спільні клінічні рішення. В освітньому процесі міждисциплінарні симуляційні ситуації сприяють формуванню системного клінічного мислення, здатності координувати власні дії з діями інших спеціалістів та усвідомлювати межі професійної відповідальності.

Особливістю міждисциплінарних симуляційних кейсів є поєднання стоматологічних завдань із клінічними аспектами суміжних галузей, що змінює логіку ухвалення рішень. У таких навчальних ситуаціях акцент переноситься з ізольованого виконання процедур на аналіз клінічного контексту загалом, узгодженості дій і досягнення спільного результату, безпечного для пацієнта. Саме з огляду на це міждисциплінарні кейси розглядаються як вищий рівень симуляційної підготовки, який інтегрує знання, комунікативні навички та професійну відповідальність. У табл. 5.2.5 подано основні типи міждисциплінарних симуляційних кейсів у стоматологічній освіті та їхнє освітнє призначення.

Таблиця 5.2.5

Типи міждисциплінарних симуляційних кейсів у стоматологічній освіті

Тип міждисциплінарного кейсу	Суміжна галузь	Освітнє призначення
Стоматолого-терапевтичний	Загальна терапія	Формування цілісної оцінки стану пацієнта
Стоматолого-хірургічний	Щелепно-лицева хірургія	Узгодження тактики втручання
Стоматолого-ортопедичний	Ортопедія	Інтеграція функціональних і структурних рішень
Стоматолого-педіатричний	Педіатрія	Адаптація клінічних рішень до вікових особливостей
Комплексний міждисциплінарний	Кілька галузей	Розвиток командної логіки рішень

Джерело: сформовано на підставі [293; 294; 295]

У симуляційній стоматологічній освіті міждисциплінарний кейс часто відтворює ситуацію, у якій стоматологічна проблема виникає на тлі загальносоматичного стану пацієнта, що безпосередньо впливає на вибір клінічної тактики. Освітній сценарій може розпочинатися з планового стоматологічного звернення, під час якого виявляються особливості загального стану, що потребують узгодження дій з фахівцем загальнотерапевтичного профілю. Здобувач освіти має співвіднести стоматологічні завдання з наявними обмеженнями, визначити допустимі межі втручання та сформувати рішення, яке є безпечним у межах загальної клінічної картини. Такий кейс формує розуміння стоматологічної допомоги як складника системної медичної підтримки пацієнта.

Іншим типовим міждисциплінарним симуляційним кейсом є ситуація, у якій стоматологічне втручання потребує координації з хірургічними рішеннями [295]. Навчальний сценарій моделює випадок, коли обсяг і послідовність стоматологічних дій залежать від хірургічного етапу лікування або навпаки. Здобувач освіти працює в

умовах необхідності погодження тактики, визначення зон відповідальності та прогнозування наслідків спільних рішень. Важливим є усвідомлення, що ефективність лікування визначається не окремими маніпуляціями, а узгодженістю дій усіх учасників клінічного процесу.

Типовими є також міждисциплінарні симуляційні кейси, у яких стоматологічна проблема має функціональні наслідки, що виходять за межі локального ураження [294]. Навчальна ситуація відтворює випадок, коли ухвалення стоматологічного рішення впливає на загальну функцію, що потребує залучення ортопедичного підходу. Здобувач освіти має оцінити не лише безпосередній клінічний результат, а й довгострокові функціональні наслідки обраної тактики, узгоджуючи стоматологічні дії з рекомендаціями суміжного фахівця. Такий кейс формує системне бачення клінічної ситуації та орієнтацію на комплексний результат лікування.

Окрему групу міждисциплінарних симуляційних кейсів становлять ситуації, пов'язані з наданням стоматологічної допомоги дітям. Освітній сценарій моделює випадок, у якому стоматологічне втручання має бути адаптоване до вікових особливостей, загального стану та рівня співпраці дитини [296]. Здобувач освіти ухвалює рішення з урахуванням рекомендацій педіатричного профілю, поєднуючи клінічну доцільність із вимогами безпеки та психологічного комфорту. У такому випадку формується здатність інтегрувати медичні й поведінкові аспекти допомоги.

Найскладнішими є комплексні міждисциплінарні симуляційні кейси, у яких одночасно поєднуються кілька клінічних контекстів. Навчальна ситуація може охоплювати стоматологічну проблему на тлі загальносоматичних ризиків і необхідність узгодження дій між кількома фахівцями. Здобувач освіти працює зі значною кількістю різнорідної інформації, визначає пріоритети та бере участь у

формуванні командного клінічного рішення. Саме в таких кейсах найповніше відображається реальна логіка сучасної клінічної практики, де стоматолог є частиною мультидисциплінарної команди.

Ефективність симуляційної підготовки в стоматологічній освіті визначається насамперед системністю використання різних типів клінічних кейсів та їхньою узгодженістю з освітніми цілями. Послідовне застосування діагностичних, хірургічних, ургентних і міждисциплінарних симуляційних ситуацій забезпечує формування цілісного клінічного мислення та готовності до ухвалення професійних рішень у варіативних клінічних умовах.

Водночас практика симуляційного навчання виявляє низку обмежень, пов'язаних із фрагментарним використанням кейсів, відсутністю наступності між різними типами симуляційних ситуацій та обмеженою увагою до командної логіки клінічних рішень. Розв'язання цих проблем потребує цілеспрямованого методичного підходу до добору й проєктування симуляційних кейсів з урахуванням рівня підготовки здобувачів освіти та реальних вимог стоматологічної практики.

Розвиток симуляційного навчання на основі типологічно впорядкованих кейсів формує передумови для підвищення якості професійної підготовки майбутніх лікарів-стоматологів та формування в них здатності діяти безпечно, відповідально та ефективно в умовах сучасної клінічної діяльності.

5.3. Застосування симуляторів високої віртуалізації в стоматологічних маніпуляціях

Дидактичне призначення симуляторів високої віртуалізації у формуванні мануальних навичок у стоматологічній освіті полягає у створенні керованого освітнього середовища, в якому технічна дія

розглядається не як механічне відтворення рухів, а як складний психомоторний процес, що поєднує сенсорне сприйняття, моторний контроль і клінічно доцільну координацію [297]. На відміну від традиційних фантомних установок, симулятори високої віртуалізації сприяють моделюванню параметрів мануальної діяльності з високим ступенем точності, забезпечуючи відтворення опору тканин, варіативність просторових умов та фіксацію мікрорухів інструмента в режимі реального часу. У дидактичному вимірі це створює умови для формування не лише зовнішньої правильності маніпуляції, а й внутрішньої моторної логіки дії, що є критично важливою для безпечної та прогнозованої клінічної практики.

Основним освітнім ефектом застосування таких симуляторів є зміщення акценту з остаточного результату маніпуляції на процес її виконання. Мануальна навичка в цьому контексті розглядається як інтегрований результат багаторазового сенсомоторного навчання, у межах якого здобувач освіти поступово формує стабільні рухові патерни, контроль сили тиску, точність позиціювання інструмента та узгодженість рухів в обмеженому операційному полі. Високий рівень віртуалізації дає змогу зробити ці параметри об’єктом педагогічного аналізу, а не прихованими характеристиками, доступними лише експертному спостереженню викладача. Таким чином, симулятор є не лише тренажером, а й дидактичним інструментом для об’єктивації мануальної діяльності.

Важливим складником дидактичного призначення симуляторів високої віртуалізації є можливість багаторазового відпрацювання маніпуляцій без втрати клінічної валідності навчального завдання. Повторюваність у цьому контексті не зводиться до механічного тренування, а забезпечує поступову автоматизацію рухів за умови постійного коригування помилок. Завдяки вбудованим системам зворотного зв’язку здобувач освіти отримує інформацію не лише про

факт помилки, а й про її характер, що сприяє формуванню усвідомленого контролю над власною мануальною діяльністю. Це особливо важливо для стоматологічних втручань, оскільки навіть мінімальні відхилення від оптимальної траєкторії чи сили впливу можуть мати клінічно значущі наслідки. У табл. 5.3.1 узагальнено основні дидактичні функції симуляторів високої віртуалізації в процесі формування мануальних навичок майбутніх лікарів-стоматологів.

Таблиця 5.3.1

Дидактичні функції симуляторів високої віртуалізації у формуванні мануальних стоматологічних навичок

Дидактична функція	**Освітній зміст**	**Значення для формування мануальних навичок**
Сенсомоторна диференціація	Відтворення різного опору та текстури тканин	Формування тактильно-моторної чутливості та контролю інструмента
Процесна об’єктивація	Фіксація траєкторії, тиску, кута та стабільності рухів	Усвідомлення помилок і корекція техніки виконання
Керована повторюваність	Можливість багаторазового виконання маніпуляції з однаковими умовами	Стабілізація рухових патернів і моторна автоматизація
Зниження когнітивного перевантаження	Усунення другорядних клінічних чинників на ранніх етапах навчання	Концентрація уваги на якості мануальної дії
Формувальний зворотний зв’язок	Миттєва аналітична інформація про параметри виконання	Прискорення навчання та персоналізація корекції

Джерело: сформовано на підставі [297; 298; 299]

Дидактичні функції симуляторів високої віртуалізації реалізуються як керована система формування мануальної готовності, у якій кожен параметр руху стає об’єктом цілеспрямованого навчального впливу. Сенсомоторна диференціація, відображена в табл. 5.3.1, у сучасних симуляційних центрах досягається шляхом варіативного моделювання опору матеріалу, що дає змогу здобувачеві освіти на ранніх етапах навчитися розпізнавати межу між контрольованим зняттям тканини та критичним перевищенням

допустимого тиску. У практиці підготовки до препарування твердих тканин зуба це проявляється в здатності стабільно підтримувати однакову глибину та напрям руху інструмента без візуального перенавантаження, коли основну роль відіграє тактильне відчуття, а не постійний зоровий контроль [297].

Процесна об'єктивація мануальної діяльності змінює саму логіку педагогічного аналізу практичних занять. Замість оцінювання лише остаточного результату, викладач отримує доступ до динаміки виконання маніпуляції, зокрема мікрокорекції руху, коливань сили тиску та відхилень від оптимальної траєкторії. У практичному навчанні це дає змогу виявляти типові помилки, які не завжди проявляються у видимих дефектах результату, але формують потенційний ризик у реальній клінічній роботі. Наприклад, нестабільність руки під час роботи в пришийковій ділянці може не призвести до негайного ускладнення на симуляторі, проте в клінічних умовах підвищує ймовірність травмування м'яких тканин. Об'єктивні дані симулятора дають змогу зробити такі ризики предметом обговорення ще до виходу здобувача освіти в клініку.

Керована повторюваність маніпуляцій у симуляторі високої віртуалізації забезпечує формування стійких моторних патернів без втрати навчальної мотивації. На практиці це реалізується через поетапне ускладнення умов виконання за збереженням основної структури завдання [300]. Здобувач освіти може багаторазово відпрацьовувати одну й ту ж маніпуляцію, але з мінімальними варіаціями параметрів, що запобігає формуванню механічного шаблону й водночас сприяє узагальненню рухового досвіду. Такий підхід особливо ефективний у формуванні навичок роботи в обмеженому операційному полі, де навіть незначна зміна кута доступу потребує перебудови всієї моторної стратегії.

Зниження когнітивного перевантаження на ранніх етапах навчання дає змогу сфокусувати увагу здобувача освіти на якості мануальної дії без одночасного розв'язання складних клінічних задач. У практичному застосуванні це означає, що симулятор застосовується для ізольованого відпрацювання технічного елементу, наприклад, контролю стабільності руки або плавності рухів, без необхідності одночасного ухвалення клінічних рішень [299]. Така ізоляція не спрощує навчання штучно, а створює умови для поетапного нарощування складності, коли сформована мануальна база є опорою для подальшої інтеграції клінічного мислення.

Формувальний зворотний зв'язок, що забезпечується симуляторами високої віртуалізації, у сучасній практиці набуває характеру персоналізованого навчального супроводу. Кількісні показники виконання маніпуляції дають змогу не лише фіксувати помилки, а й відстежувати динаміку розвитку навички в часі. Це створює передумови для побудови персоналізованих траєкторій мануальної підготовки, коли корекційні вправи добираються з урахуванням конкретних слабких ланок техніки здобувача освіти. Унаслідок цього симуляційне заняття перетворюється з формального етапу підготовки на науково обґрунтований процес керованого розвитку мануальної компетентності.

У сукупності практична реалізація дидактичних функцій симуляторів високої віртуалізації свідчить про їхню роль як інструментів цілеспрямованого формування професійно значущих рухових навичок. Вони дають змогу поєднати точність технічного тренування з педагогічною рефлексією, забезпечуючи перехід від інтуїтивного виконання маніпуляцій до усвідомленої, контрольованої та клінічно безпечної мануальної діяльності, що відповідає сучасним вимогам стоматологічної практики.

Функціональні можливості симуляторів високої віртуалізації у відпрацюванні стоматологічних маніпуляцій визначаються їхньою здатністю відтворювати основні параметри мануальної діяльності лікаря-стоматолога в контрольованому, педагогічно керованому середовищі. На відміну від традиційних фантомних систем, такі симулятори дають змогу перевести критично важливі, але раніше латентні характеристики маніпуляції у вимірювані й аналітично доступні показники. Це стосується передусім сили тиску інструмента, просторової орієнтації робочої частини, глибини втручання й стабільності руху в обмеженому операційному полі. У функціональному сенсі симулятор постає інтерфейсом між моторною дією та педагогічним аналізом, забезпечуючи зворотний зв'язок, що ґрунтується не на суб'єктивній оцінці, а на об'єктивно зафіксованих параметрах виконання.

Основною характеристикою таких систем є тактильний зворотний зв'язок, який дає змогу відтворювати зміну опору матеріалу залежно від характеру маніпуляції. В освітньому процесі це створює умови для формування чутливості до межі допустимого втручання, за якої здобувач освіти вчиться розпізнавати момент переходу від контрольованої дії до потенційно травматичної. Контроль сили тиску й кута інструмента доповнює цей механізм, оскільки саме поєднання цих параметрів визначає безпечність і точність стоматологічного втручання. Важливо, що фіксація таких характеристик відбувається в динаміці, оскільки це дає змогу аналізувати не лише окремі помилки, а й загальну стратегію руху та її стабільність упродовж усієї маніпуляції.

Функціональна цінність симуляторів високої віртуалізації полягає також у можливості кількісної реєстрації параметрів руху, які в реальних клінічних умовах залишаються недоступними для точного вимірювання. Траєкторія руху інструмента, варіативність кута, мікроколивання руки й темп виконання стають об'єктом аналітичного

опрацювання, що формує підґрунтя для стандартизації навчальних вимог і порівнюваності результатів підготовки. У цьому контексті симулятор виконує функцію не лише тренажера, а й засобу освітньої діагностики, що дає змогу виявляти типові моторні помилки та індивідуальні особливості мануальної діяльності здобувачів освіти. У табл. 5.3.2 узагальнено основні функціональні можливості симуляторів високої віртуалізації та їхнє значення для відпрацювання стоматологічних маніпуляцій.

Таблиця 5.3.2

Функціональні можливості симуляторів високої віртуалізації у відпрацюванні стоматологічних маніпуляцій

Функціональна можливість	**Технічна реалізація**	**Практичне значення для мануальної підготовки**
Тактильний зворотний зв'язок	Динамічне відтворення опору матеріалу під час контакту інструмента	Формування чутливості до межі допустимого втручання
Контроль сили тиску	Сенсорна реєстрація навантаження на робочу поверхню	Запобігання надмірному або недостатньому тиску
Контроль кута інструмента	Просторова фіксація положення інструмента в режимі реального часу	Забезпечення правильної орієнтації й доступу
Контроль глибини втручання	Вимірювання вертикального переміщення інструмента	Профілактика надмірного препарування
Об'єктивна фіксація параметрів руху	Запис траєкторії, темпу та стабільності маніпуляції	Аналітичне оцінювання й корекція техніки

Джерело: сформовано на підставі [301; 302; 303]

Функціональні можливості симуляторів високої віртуалізації реалізуються як цілісна система керування мануальною діяльністю, у якій кожен параметр руху стає інструментом формування професійної точності. Тактильний зворотний зв'язок у таких системах використовується не як імітаційний ефект, а як дидактично значущий механізм формування сенсорної чутливості руки. У симуляторах типу Simodont Dental Trainer або Virteasy Dental, які застосовуються в

симуляційних центрах європейських стоматологічних факультетів, здобувач освіти поступово навчається розпізнавати момент зміни опору матеріалу, коригуючи швидкість та амплітуду руху без постійної візуальної перевірки. У практичному вимірі це наближає освітній процес до реальних клінічних умов, де надмірна концентрація на візуальному контролі часто призводить до втрати стабільності руки [302].

Контроль сили тиску інструмента в сучасних симуляторах реалізується як безперервний процес моніторингу, що дає змогу виявляти не лише пікові перевищення допустимого навантаження, а й загальну тенденцію мануальної поведінки. Наприклад, під час навчання препарування на симуляторах із сенсорним модулем здобувач освіти може демонструвати формально правильний результат, але з надмірним середнім рівнем тиску, що в клінічних умовах підвищує ризик термічного ушкодження тканин. Аналітичні звіти симулятора дають змогу зробити такі приховані ризики предметом цілеспрямованого педагогічного аналізу, трансформуючи навчання з інтуїтивного в науково контрольований процес.

Функція контролю кута інструмента в симуляторах високої віртуалізації має особливе значення для відпрацювання маніпуляцій у складних зонах доступу. На практичних заняттях це проявляється в здатності здобувача освіти утримувати стабільну просторову орієнтацію інструмента навіть за умови обмеженої видимості. У симуляторах класу DentSim або Planmeca Simulator програмні алгоритми фіксують відхилення від оптимального кута в динаміці, що сприяє виявленню характерних помилок, пов’язаних із компенсаторними рухами зап’ястка чи плеча [303]. Такий аналіз є принципово важливим для профілактики професійної перевтоми та формування ергономічно доцільної мануальної техніки.

Контроль глибини втручання в умовах симуляційного навчання використовується як інструмент формування просторового відчуття безпечних меж маніпуляції. На практиці це означає, що здобувач освіти працює в чітко визначеному діапазоні, поступово формуючи моторну пам'ять, що дає змогу підтримувати необхідну глибину без постійного візуального контролю. У симуляторах з високою частотою оновлення сенсорних даних навіть незначні перевищення допустимого рівня фіксуються й аналізуються, що створює передумови для раннього усвідомлення потенційно небезпечних дій ще до формування стійких помилкових патернів.

Об'єктивна фіксація параметрів руху в сучасних симуляторах високої віртуалізації перетворює процес мануального навчання на джерело кількісно обґрунтованих даних. Траєкторія руху, стабільність темпу та координація мікрорухів аналізуються в часовому вимірі, що дає змогу оцінювати не лише правильність окремої маніпуляції, а й динаміку розвитку навички. У практиці симуляційних центрів ці дані використовуються для побудови індивідуальних профілів мануальної підготовки, коли корекційні вправи добираються на основі об'єктивних показників, а не загальних педагогічних припущень [301]. Зазначені функціональні можливості дають змогу застосовувати симулятори високої віртуалізації як інструменти науково обґрунтованого формування мануальної компетентності. Вони створюють умови, за яких навчання стоматологічних маніпуляцій ґрунтується на поєднанні сенсорного досвіду, точного контролю руху та аналітичного педагогічного супроводу. Це забезпечує підготовку здобувачів освіти до виконання клінічних втручань на рівні, який відповідає сучасним вимогам безпеки, точності та професійної відповідальності, не підміняючи клінічну практику, а методично готуючи до неї.

Застосування симуляторів високої віртуалізації в стоматологічній освіті, попри їхній значний дидактичний потенціал, супроводжується

комплексом системних проблем, що обмежують ефективність їхнього впровадження та освітній результат. Головним стримувальним чинником залишається обмежена доступність такого обладнання, зумовлена високою вартістю апаратно-програмних комплексів, витратами на їхнє технічне обслуговування та потребою в регулярному оновленні програмного забезпечення. У більшості закладів освіти це призводить до фрагментарного застосування симуляторів, скороченого часу індивідуальної роботи та неможливості систематичного повторення маніпуляцій, що суперечить самій логіці формування стійких мануальних навичок. За таких умов симулятор часто постає як демонстраційний ресурс, а не як повноцінний інструмент індивідуального тренування.

Значною проблемою є ризик підміни клінічної логіки технічною вправністю, коли високий рівень мануальної точності в симуляційному середовищі помилково ототожнюється з клінічною готовністю. Зосередження освітнього процесу на параметрах руху, силі тиску чи стабільності траєкторії без належної інтеграції клінічних обмежень і наслідків рішень створює ілюзію професійної компетентності. Унаслідок цього здобувач освіти може демонструвати високі показники на симуляторі, але мати труднощі з перенесенням цих навичок у реальне клінічне середовище, де мануальна дія завжди інтегрована з діагностичним мисленням, оцінкою ризиків і відповідальністю за пацієнта.

Окрему складність становить стандартизація оцінювання мануальних параметрів, оскільки навіть за наявності об’єктивних даних симулятора їхня педагогічна інтерпретація залишається методично неоднозначною. Різні симуляційні платформи застосовують власні алгоритми збору та обробки даних, що ускладнює порівнюваність результатів між закладами освіти й навіть окремими групами в межах одного курсу [304]. Відсутність уніфікованих нормативних діапазонів

для сили тиску, кута інструмента чи допустимих відхилень траєкторії змушує викладачів спиратися на локальні критерії оцінювання, які не завжди мають достатнє клінічне обґрунтування. Це зменшує валідність висновків щодо рівня мануальної готовності здобувачів освіти.

Проблемним аспектом є також перевантаження освітнього процесу симуляторами без належної педагогічної інтеграції. У прагненні відповідати сучасним технологічним трендам симулятори нерідко впроваджуються як самодостатній елемент заняття, без чіткого визначення їхнього місця в загальній логіці підготовки. За відсутності узгодження з освітніми цілями й етапами формування компетентностей симуляційні заняття можуть втрачати фокус і перетворюватися на ізольовану технічну активність, що не забезпечує стійкого освітнього ефекту. Надмірна кількість симуляційних сесій без поступового ускладнення завдань і чіткої кореляції з клінічними етапами навчання призводить до зниження мотивації та формування поверхневого ставлення до симуляційної підготовки.

Важливою, але часто недооціненою проблемою є кадровий чинник, пов’язаний із недостатньою підготовкою викладачів до роботи з високовіртуалізованими симуляторами. Ефективне застосування таких систем потребує не лише технічних навичок, а й розуміння принципів сенсомоторного навчання, інтерпретації кількісних показників і трансформації технічних даних у педагогічно значущий зворотний зв’язок. За відсутності системної підготовки викладачів симулятор застосовується обмежено, а його аналітичні можливості залишаються нереалізованими.

Додаткові труднощі виникають у площині адаптації симуляторів до реального клінічного різноманіття. Навіть за високого рівня віртуалізації симуляційне середовище неминуче спрощує клінічні умови, усуваючи частину змінних, які впливають на мануальну діяльність у реальній практиці [300]. Якщо ці обмеження не

усвідомлюються і не визначаються в освітньому процесі, у здобувачів освіти може формуватися хибне уявлення про передбачуваність і «керованість» клінічних ситуацій.

Ефективне застосування симуляторів високої віртуалізації у відпрацюванні стоматологічних маніпуляцій потребує чітко вибудуваної методичної логіки, у межах якої технологічні можливості підпорядковуються дидактичній меті заняття. Визначальною умовою є попереднє формулювання конкретної мануальної цілі, яка має стосуватися не загального «відпрацювання навички», а окремого параметра дії, що підлягає цілеспрямованому формуванню. У практиці симуляційної підготовки це означає фокусування заняття, наприклад, на стабільності траєкторії руху, контролі сили тиску або точності просторової орієнтації інструмента. Така конкретизація дає змогу уникнути розпорошення уваги здобувача освіти та забезпечує вимірюваність освітнього результату.

Дозоване застосування симуляторів високої віртуалізації є необхідною умовою збереження їхньої дидактичної ефективності. Симулятор доцільно застосовувати як інструмент інтенсивного, але обмеженого в часі мануального тренування, а не як універсальний засіб для заміщення всіх практичних форм навчання. Надмірна тривалість роботи в симуляційному середовищі без зміни навчальних завдань чи без переходу до інших форм практики призводить до зниження чутливості до зворотного зв’язку та формування механічних рухових шаблонів. Методично обґрунтованим є чергування симуляційних сесій із фантомною роботою та клінічними спостереженнями, що забезпечує перенесення сформованих мануальних патернів у різні освітні контексти.

Важливим методичним принципом є поєднання автоматизованих метрик симулятора з педагогічною інтерпретацією отриманих даних. Кількісні показники сили тиску, кута інструмента,

стабільності руху або часу виконання маніпуляції не можуть розглядатися як самодостатній критерій успішності. Їхнє освітнє значення реалізується лише за умови інтеграції в пояснювальну рамку, де викладач співвідносить технічні параметри з клінічно доцільними моделями дії. У практичному вимірі це означає, що аналіз результатів симуляції має супроводжуватися обговоренням причин відхилень, можливих клінічних наслідків та шляхів корекції техніки, а не обмежуватися формальним фіксуванням балів або відсотків виконання.

Методично доцільним є застосування симуляторів високої віртуалізації як підготовчого етапу перед входженням у клінічне середовище, а не як його альтернативи. Симулятор має виконувати функцію формування первинної мануальної впевненості та зниження ризику грубих технічних помилок, формуючи підґрунтя для подальшої клінічної адаптації. У цьому контексті важливо чітко окреслювати межі симуляційного середовища, пояснюючи здобувачам освіти, які аспекти мануальної діяльності відпрацьовуються в симуляторі, а які потребують подальшого розвитку в умовах реальної взаємодії з пацієнтом. Такий підхід запобігає формуванню хибного уявлення щодо повної відповідності симуляційного досвіду клінічній практиці.

Додатковим методичним чинником ефективності є поетапність інтеграції симуляторів в освітній процес, коли складність завдань зростає відповідно до рівня сформованості мануальних навичок. Початкові сесії мають бути спрямовані на стабілізацію основних рухових патернів у стандартних умовах, тоді як на наступних етапах доцільно поступово вводити варіативність просторових і часових параметрів. Така ескалація складності дає змогу уникнути як передчасного перевантаження, так і застою в розвитку навички.

Так, рекомендації щодо застосування симуляторів високої віртуалізації ґрунтуються на принципі педагогічної доцільності, за

якого технологія слугує засобом досягнення чітко визначених освітніх результатів. Чітка мануальна мета заняття, дозоване й поетапне застосування симулятора, поєднання автоматизованих метрик із професійною інтерпретацією та усвідомлене позиціювання симуляційного навчання як етапу підготовки до клініки забезпечують формування мануальних навичок, здатних до реального клінічного перенесення й безпечного професійного застосування.

5.4. Технології цифрового моделювання патологій зубощелепної системи

Цифрове моделювання стоматологічних патологій у сучасному освітньому процесі розглядається як самостійний дидактичний інструмент, що забезпечує перехід від описового засвоєння клінічного матеріалу до аналітично орієнтованого формування клінічного мислення [305]. Його концептуальна роль полягає не у відтворенні окремих клінічних випадків, а у створенні формалізованих цифрових репрезентацій патологічних процесів зубощелепної системи, які сприяють вивченню структурних, просторових і динамічних характеристик уражень незалежно від особливостей конкретного пацієнта. В освітньому середовищі такі моделі виконують функцію проміжної ланки між теоретичними знаннями з патологічної анатомії та практичним ухваленням клінічних рішень, що уможливлює багаторазовий аналіз патології за відсутності ризику клінічних ускладнень.

Принциповою засадою цифрового моделювання є його орієнтація на узагальнені патологічні закономірності, а не на випадкову клінічну варіативність. Цифрова модель патології фіксує типові морфологічні зміни твердих і м’яких тканин, просторові співвідношення анатомічних структур, межі патологічного процесу та можливі траєкторії його

прогресування. Це сприяє формуванню в здобувачів освіти цілісного бачення патології як системного процесу, що розгортається в часі та просторі, а не як сукупність ізольованих симптомів. У дидактичному вимірі такий підхід сприяє розвитку причинно-наслідкового мислення, необхідного для обґрунтованої діагностики та планування лікування.

Важливою концептуальною характеристикою цифрового моделювання є його відносна незалежність від специфічних апаратних платформ і типів симуляційного обладнання. Цифрова модель патології існує як інформаційний об'єкт, придатний для використання в різних форматах навчання: для аналітичного розбору клінічних ситуацій, підготовки до симуляційних сесій, побудови діагностичних гіпотез чи оцінювання логіки клінічних рішень. Таким чином, цифрове моделювання не замінює практичного відпрацювання мануальних навичок, а формує когнітивну основу, на яку надалі «накладаються» симуляційні й клінічні дії.

У сучасній стоматологічній освіті цифрове моделювання патологій реалізується на перетині кількох концептуальних підходів, що визначають його освітній потенціал і межі застосування. Узагальнення цих підходів подано в табл. 5.4.1.

Таблиця 5.4.1

Концептуальні підходи до цифрового моделювання стоматологічних патологій в освітньому процесі

Концептуальний підхід	**Характеристика цифрової моделі**	**Дидактичне призначення**
Морфологічно-структурний	Відтворення анатомічної будови та патологічних змін тканин зубощелепної системи	Формування просторового уявлення про патологію та її межі
Патогенетичний	Моделювання механізмів розвитку та прогресування уражень	Розвиток причинно-наслідкового клінічного мислення
Функціонально-аналітичний	Аналіз впливу патології на функцію жування, оклюзію, стабільність структур	Інтеграція морфології з клінічною функцією

Діагностичноорієнтований	Репрезентація основних ознак для диференційної діагностики	Підготовка до ухвалення обґрунтованих клінічних рішень
Освітньостандартизований	Узагальнення типових варіантів патологій у навчальних моделях	Забезпечення відтворюваності та порівнюваності освітніх результатів

Джерело: сформовано на підставі [305; 306; 307]

Функціонування концептуальних підходів до цифрового моделювання стоматологічних патологій в освітньому процесі відбувається шляхом поетапного залучення здобувача освіти до аналітичного осмислення патологічного процесу як просторово й часово організованого явища. На початкових етапах підготовки цифрові моделі виконують роль інструменту структуризації знань, забезпечуючи чітке розмежування між нормальними анатомічними структурами й патологічно зміненими ділянками. Це створює підґрунтя для коректної інтерпретації морфологічних ознак уражень і запобігає формуванню фрагментарного чи спрощеного розуміння природи патології.

З поглибленням навчання акцент переноситься з опису статичних змін на аналіз механізмів розвитку патологічного процесу. Цифрові моделі, що відображають етапність і варіативність прогресування уражень, дають змогу простежити взаємозв'язок між первинними морфологічними змінами та вторинними функціональними порушеннями [307]. Такий формат роботи стимулює формування клінічного мислення, орієнтованого на прогнозування перебігу захворювання й визначення оптимальних термінів та обсягів лікувального втручання, що є принципово важливим у практиці терапевтичної та ортопедичної стоматології.

Значущим аспектом цифрового моделювання є можливість аналізу патології в контексті функціонального навантаження зубощелепної системи. Розгляд уражень з урахуванням оклюзійних

співвідношень, розподілу жувального тиску та стабільності зубних рядів дає змогу вийти за межі локального підходу до лікування. У навчальній практиці це сприяє усвідомленню того, що навіть локалізоване ураження здатне спричинити системні наслідки, якщо воно порушує біомеханічну рівновагу зубощелепної системи.

Окрему дидактичну цінність має застосування цифрових моделей як засобу формування навичок диференційної діагностики. Робота з типізованими цифровими репрезентаціями патологій дає змогу зіставляти клінічно подібні стани, виділяти основні діагностичні маркери та обґрунтовувати вибір діагнозу на основі сукупності ознак. Такий підхід мінімізує ризик появи шаблонності у клінічних міркуваннях, оскільки навчальний акцент зміщується з механічного запам'ятовування ознак на їхнє аналітичне осмислення.

Стандартизований характер цифрових моделей патологій забезпечує єдність інтерпретації клінічного матеріалу в межах освітньої програми та створює умови для об'єктивного порівняння результатів навчання. Використання однакових цифрових еталонів дає змогу зосередити увагу не на індивідуальних варіаціях клінічних випадків, а на здатності здобувача освіти коректно застосовувати клінічну логіку в типових ситуаціях [306]. Унаслідок цього цифрове моделювання патологій зубощелепної системи функціонує як методологічно вивірений інструмент аналітичної підготовки, що забезпечує поступовий і безпечний перехід від теоретичного знання до клінічно обґрунтованого ухвалення рішень.

Цифрові моделі патологій зубощелепної системи в сучасній стоматологічній освіті формують окремий клас навчальних об'єктів, призначених для систематизації, інтерпретації та педагогічно контрольованого опрацювання клінічно значущих станів. На відміну від ілюстративних матеріалів або поодиноких клінічних прикладів, такі моделі створюються як узагальнені репрезентації типових

патологічних процесів, у яких закладено основні морфологічні, просторові та функціональні характеристики уражень. Їхнє застосування дає змогу вибудувати навчання не навколо випадкових клінічних варіацій, а навколо закономірностей розвитку патології, що є принципово важливим для формування відтворюваного клінічного мислення.

У дидактичному вимірі типологізація цифрових моделей патологій забезпечує цілеспрямований добір навчального матеріалу відповідно до етапу підготовки та конкретних освітніх цілей. Різні типи моделей орієнтовані на розвиток різних когнітивних рівнів – від первинного розпізнавання патологічних змін до аналітичного обґрунтування клінічних рішень і прогнозування наслідків лікування. Це дає змогу уникнути ситуації, коли одна й та ж цифрова модель застосовується універсально без урахування її реального освітнього потенціалу, і забезпечує методично виважену інтеграцію цифрового контенту в структуру стоматологічної освіти.

У сучасній практиці цифрового навчання в стоматології найпоширенішими є типи моделей патологій, які можна узагальнити з позиції їхнього дидактичного призначення, що відображено в табл. 5.4.2.

Таблиця 5.4.2

Типи цифрових моделей патологій зубощелепної системи та їхнє дидактичне призначення

Тип цифрової моделі	**Характеристика репрезентації патології**	**Основне дидактичне призначення**
Статичні морфологічні моделі	Тривимірне відтворення анатомічних структур і патологічних змін	Формування просторового уявлення про ураження
Динамічні прогресивні моделі	Моделювання етапів розвитку патологічного процесу	Розуміння патогенезу та часової логіки уражень
Функціональноорієнтовані моделі	Поєднання морфології з аналізом функціональних порушень	Інтеграція структурних змін із клінічною функцією

Діагностично-порівняльні моделі	Паралельна репрезентація подібних патологічних станів	Розвиток навичок диференційної діагностики
Стандартизовані навчальні моделі	Узагальнені типові варіанти патологій	Забезпечення єдності освітніх результатів

Джерело: сформовано на підставі [308; 309; 310]

Застосування цифрових моделей патологій зубощелепної системи в сучасній стоматологічній освіті вибудовується за принципом поступового ускладнення аналітичних завдань, що відображає еволюцію клінічного мислення від первинного розпізнавання уражень до комплексного обґрунтування лікувальної тактики. На ранніх етапах навчання переважає робота з цифровими репрезентаціями, орієнтованими на просторову інтерпретацію патології, що дає змогу сформувати коректне уявлення про локалізацію уражень, їхні межі та взаємозв'язок з основними анатомічними структурами. Такий підхід створює стійку основу для подальшого клінічного аналізу та знижує ризик формування поверхневих або спрощених діагностичних уявлень.

У міру поглиблення професійної підготовки цифрові моделі дедалі частіше застосовуються для аналізу розвитку патологічного процесу в часовій перспективі [310]. Моделювання послідовних стадій ураження дає змогу простежити трансформацію морфологічних змін у функціональні порушення та усвідомити клінічні наслідки відтермінування або неадекватності лікування. В освітньому контексті це сприяє формуванню здатності прогнозувати перебіг захворювання й ухвалювати рішення з урахуванням не лише поточного стану, а й очікуваної динаміки патології.

Особливого дидактичного значення набувають цифрові моделі, що інтегрують морфологічні ознаки уражень із характеристиками функціонального навантаження зубощелепної системи. Аналіз патології в контексті оклюзійних співвідношень і біомеханічної стабільності дає змогу перейти від локального підходу до системного

бачення клінічної ситуації. На практиці це проявляється здатністю оцінювати наслідки втручання в перспективі, зокрема ризики вторинних деформацій або порушень функції після лікування, яке формально усуває локальний дефект [308].

Порівняльне опрацювання клінічно подібних патологічних станів у цифровому форматі застосовується як інструмент цілеспрямованого розвитку диференційно-діагностичного мислення. Здобувачі освіти залучаються до аналітичного зіставлення ознак уражень, що мають схожі клінічні прояви, але різний патогенетичний характер. Такий формат навчання мінімізує механічне запам'ятовування діагностичних схем і стимулює аргументоване обґрунтування клінічного рішення на основі сукупності морфологічних і функціональних критеріїв.

Стандартизовані цифрові моделі патологій виконують стабілізаційну функцію в освітньому процесі, забезпечуючи єдність підходів до аналізу клінічних ситуацій незалежно від конкретного контингенту здобувачів освіти або умов навчання. Їхнє застосування дає змогу зосередити педагогічну увагу на якості клінічної аргументації та логіці ухвалення рішень, а не на індивідуальній варіативності клінічних прикладів. У сучасних умовах такі моделі широко застосовуються як аналітична основа для розбору клінічних кейсів і підготовки до симуляційних занять, формуючи перехідний етап між теоретичним навчанням і практичною діяльністю.

Сукупно різні типи цифрових моделей патологій формують цілісну дидактичну систему, що відтворює реальну логіку клінічної роботи лікаря-стоматолога в умовах педагогічно контрольованого середовища. Така організація освітнього процесу забезпечує глибоке розуміння патологічних процесів і створює передумови для безпечного й обґрунтованого переходу до симуляційних і клінічних етапів професійної підготовки.

Інтеграція цифрових моделей патологій зубощелепної системи в структуру клінічного кейсу та освітнього сценарію розглядається як методологічний механізм поєднання аналітичного й практично орієнтованого компонентів стоматологічної підготовки. У цьому контексті цифрова модель трансформується із самостійного навчального об'єкта і набуває функції смислового ядра клінічного кейсу, навколо якого вибудовується логіка освітньої взаємодії. Вона забезпечує єдину інтерпретаційну основу для аналізу клінічної ситуації, формування діагностичних гіпотез, обґрунтування плану лікування та подальшої рефлексії результатів ухвалених рішень.

Концептуально така інтеграція ґрунтується на розмежуванні ролей клінічного кейсу й освітнього сценарію. Клінічний кейс у цифровому форматі репрезентує узагальнену клінічну проблему з чітко визначеними патологічними параметрами, тоді як освітній сценарій визначає послідовність когнітивних і практичних дій здобувача освіти в межах цього кейсу. Цифрова модель патології є зв'язком між цими двома рівнями, забезпечуючи сталість клінічного змісту за умови варіативності навчальних завдань. Завдяки цьому освітній сценарій може змінювати складність, обсяг автономності або фокус аналізу без викривлення клінічної логіки ситуації.

У структурі клінічного кейсу цифрові моделі патологій застосовуються як джерело стандартизованих вхідних даних, що замінюють випадковий клінічний матеріал і дають змогу керувати освітнім процесом. Вони задають межі патологічного процесу, визначають основні клінічно значущі параметри та обмежують спектр допустимих інтерпретацій. Це створює умови для об'єктивного педагогічного аналізу рішень здобувача освіти, оскільки оцінюється не реакція на унікальний випадок, а здатність коректно працювати з типовою клінічною ситуацією.

Узагальнену схему інтеграції цифрових моделей патологій у клінічний кейс та освітній сценарій представлено на рис. 5.4.1.

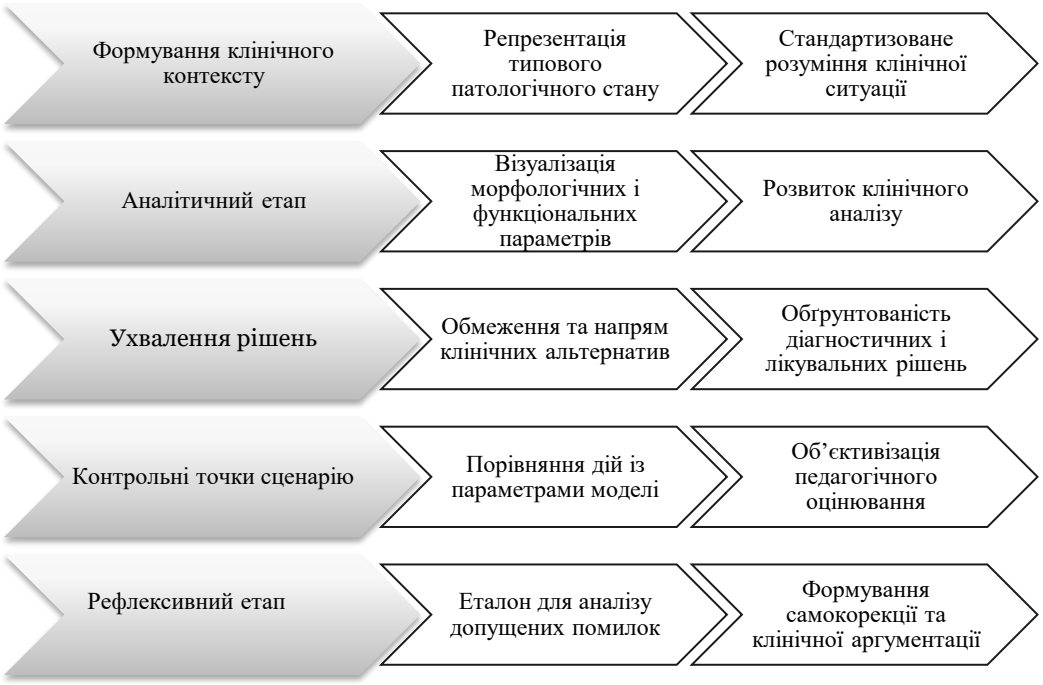

Рис. 5. 4.1. Роль цифрових моделей патологій у структурі клінічного кейсу та освітнього сценарію

Джерело: авторська розробка

Функціональна інтеграція цифрових моделей патологій у структуру клінічного кейсу забезпечує перенесення навчального фокуса з формального відтворення клінічних дій на осмислене опрацювання патологічного процесу як системного явища. На етапі формування клінічного контексту цифрова модель застосовується як стабільне джерело вихідних даних, яке уніфікує розуміння клінічної ситуації всіма учасниками освітнього процесу. Завдяки цьому нівелюється вплив випадкових особливостей окремих клінічних прикладів, а навчальна увага зосереджується на коректності інтерпретації патологічних змін та їхнього клінічного значення.

Аналітична фаза освітнього сценарію спирається на цифрову модель як інструмент структурованого клінічного аналізу. Робота з візуалізованими параметрами ураження дає змогу здобувачам освіти

послідовно виділяти основні діагностичні ознаки, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між морфологічними змінами та функціональними порушеннями й формувати обґрунтовані діагностичні гіпотези. У навчальній практиці це відтворює реальні умови клінічного мислення, коли рішення ґрунтується не на повноті інформації, а на її структурованості та клінічній релевантності.

На рівні ухвалення клінічних рішень цифрова модель патології виконує роль обмежувального й водночас орієнтувального елемента освітнього сценарію. Вона визначає межі допустимих клінічних інтерпретацій і дає змогу педагогічно коректно оцінювати логіку вибору діагностичної або лікувальної тактики. У сучасних умовах масової підготовки стоматологів це створює можливість стандартизованого аналізу рішень, коли оцінюється не сам факт вибору певного варіанту, а аргументованість і послідовність клінічного мислення.

Контрольні точки освітнього сценарію інтегруються з цифровою моделлю як еталонною репрезентацією патології, що дає змогу здійснювати об'єктивне педагогічне оцінювання без втручання в автономність освітньої діяльності. Порівняння виконаних аналітичних або практичних дій із параметрами цифрової моделі забезпечує чітке розмежування між помилками інтерпретації, тактичними прорахунками та недостатнім розумінням патологічного процесу. Такий підхід у навчальній практиці підвищує прозорість оцінювання та сприяє формуванню відповідальності за ухвалені рішення.

Рефлексивний етап сценарію ґрунтується на повторному зверненні до цифрової моделі як до інструменту клінічної самоперевірки. Аналіз розбіжностей між початковими гіпотезами, ухваленими рішеннями й еталонними параметрами патології дає змогу виявити когнітивні помилки, спрощення або надмірні узагальнення, допущені під час роботи з кейсом. У сучасній стоматологічній освіті

така форма рефлексії сприяє переходу від ситуативного засвоєння матеріалу до формування стійких аналітичних навичок, необхідних для безпечної клінічної практики.

Узгоджене застосування цифрових моделей патологій у межах клінічного кейсу та освітнього сценарію формує методично кероване освітнє середовище, у якому кожен етап роботи логічно пов'язаний з попереднім і наступним. Це сприяє відтворенню реальної структури клінічної діяльності лікаря-стоматолога, зберігаючи водночас контроль за складністю завдань і забезпечуючи поступовий перехід від аналітичного осмислення патології до обґрунтованого ухвалення клінічних рішень.

Застосування цифрового моделювання патологій зубощелепної системи в стоматологічній освіті супроводжується комплексом науково-методичних, клініко-дидактичних та організаційних проблем, які істотно впливають на якість формування клінічного мислення та професійної готовності майбутніх лікарів-стоматологів. Однією з основних проблем залишається обмежена клінічна валідність частини цифрових моделей, що застосовуються в освітньому процесі. Багато з них створюються з акцентом на візуальну наочність, а не на відтворення реальних просторових і морфофункціональних співвідношень патологічного процесу, унаслідок чого формується спрощене або ідеалізоване уявлення про перебіг захворювання, яке не відповідає умовам клінічної практики [309].

Істотним обмеженням є фрагментарність представлення патологій у цифрових моделях, коли окремі ураження розглядаються ізольовано від системного контексту зубощелепної системи. Такий підхід ускладнює формування цілісного клінічного бачення, оскільки взаємозв'язки між морфологічними змінами, функціональними порушеннями та оклюзійною стабільністю залишаються недостатньо представленими. В освітньому процесі це призводить до домінування

локального підходу до аналізу патологій і знижує готовність здобувачів освіти до роботи з комплексними клінічними ситуаціями.

Методичною проблемою є відсутність уніфікованих критеріїв педагогічної якості цифрових моделей патологій. У більшості закладів освіти відбір цифрового контенту здійснюється на основі технічної доступності або зовнішньої привабливості моделей, без чіткого аналізу їхньої відповідності освітнім цілям, рівню підготовки здобувачів освіти та очікуваним компетентнісним результатам [305]. Це призводить до ситуації, коли та сама цифрова модель застосовується на різних етапах навчання без адаптації дидактичного навантаження, що знижує ефективність її освітнього використання.

Проблемною залишається й надмірна стандартизація цифрових моделей патологій, яка забезпечує порівнюваність освітніх результатів, проте обмежує ознайомлення здобувачів освіти з клінічно значущою варіативністю патологічних станів. Формування клінічного мислення в умовах надмірно типізованих моделей може призводити до розвитку шаблонного підходу до діагностики та лікування, що знижує здатність адаптувати рішення до індивідуальних особливостей пацієнта в реальній практиці.

Серйозною дидактичною проблемою є розрив між аналітичним опрацюванням цифрових моделей і подальшим переходом до симуляційних або клінічних дій. За відсутності чітко вибудуваної методичної логіки цифрове моделювання залишається ізольованим етапом навчання, не інтегрованим у структуру клінічного кейсу або освітнього сценарію. Це знижує здатність здобувачів освіти переносити аналітичні навички, сформовані на цифрових моделях, у практичну діяльність.

Кадровий аспект також є істотним обмеженням ефективного застосування цифрового моделювання. Недостатня підготовка викладачів до педагогічно коректної інтерпретації цифрових моделей

призводить до їхнього використання переважно як демонстраційного матеріалу, без глибокого залучення в аналітичну роботу здобувачів освіти. За таких умов цифрове моделювання не розвиває клінічне мислення, а зводиться до ілюстративного доповнення традиційного навчання.

Додатковою проблемою є обмежена можливість адаптації цифрових моделей до конкретного освітнього контексту та міждисциплінарних завдань. Багато моделей створюються з фокусом на одну клінічну дисципліну, що ускладнює їхнє застосування в комплексному аналізі клінічних кейсів, де необхідна інтеграція знань з терапевтичної, ортопедичної, хірургічної стоматології та суміжних галузей. Це стримує формування системного клінічного мислення та міждисциплінарної логіки ухвалення рішень.

Організаційною проблемою є нерівномірна доступність якісних цифрових моделей у різних закладах стоматологічної освіти, що зумовлює істотні відмінності в можливостях здобувачів освіти. Обмежені фінансові ресурси та відсутність довгострокових стратегій оновлення цифрового контенту призводять до застосування застарілих або методично неактуальних моделей, які не відповідають сучасним клінічним підходам.

У сукупності зазначені проблеми свідчать про те, що цифрове моделювання патологій зубощелепної системи, попри високий потенціал, потребує науково обґрунтованої методології впровадження, чітких педагогічних стандартів і системної інтеграції в освітній процес. Без розв’язання цих проблем застосування цифрових моделей ризикує залишитися допоміжним елементом навчання, не здатним забезпечити формування клінічної компетентності майбутніх лікарів-стоматологів.

Педагогічно обґрунтоване застосування цифрового моделювання патологій зубощелепної системи в симуляційній підготовці

стоматологів має ґрунтуватися на чіткому усвідомленні його ролі як аналітичного ядра освітнього процесу, а не допоміжного візуального ресурсу. Насамперед доцільно забезпечити методичну узгодженість цифрових моделей із компетентнісними результатами освітніх програм, що передбачає їхній цілеспрямований добір відповідно до етапу підготовки, складності клінічних завдань і рівня автономності здобувачів освіти. Цифрове моделювання має застосовуватися не універсально, а диференційовано, з чітким визначенням того, які саме когнітивні та клінічні вміння воно формує на конкретному етапі навчання.

Важливою рекомендацією є інтеграція цифрових моделей патологій у структуру клінічних кейсів і освітніх сценаріїв як обов'язкового елемента аналітичного етапу симуляційної підготовки. Такий підхід забезпечує логічний зв'язок між теоретичними знаннями, аналізом патологічного процесу та подальшим відпрацюванням практичних дій у симуляційному середовищі. Застосування цифрових моделей до початку мануальної частини заняття сприяє формуванню усвідомленої клінічної позиції, мінімізації кількості механічних помилок і підвищенню якості ухвалення рішень під час симуляції.

Методично доцільним є поєднання стандартизованих цифрових моделей із контрольованою варіативністю клінічних параметрів, що дає змогу уникнути формування шаблонного мислення. Стандартизація має використовуватися для забезпечення порівнюваності освітніх результатів, тоді як варіативність – для розвитку здатності адаптувати клінічні рішення до змінних умов. У симуляційній підготовці це може реалізовуватися через модифікацію параметрів патологічного процесу в межах однієї цифрової моделі без порушення її клінічної валідності.

Особливу увагу необхідно приділяти підготовці викладачів до педагогічно коректної роботи з цифровими моделями патологій.

Викладач у симуляційному процесі має бути не лише джерелом експертних знань, а й модератором аналітичного мислення, спрямовуючи здобувачів освіти на інтерпретацію причинно-наслідкових зв'язків, а не на запам'ятовування візуальних ознак. Для цього необхідно впроваджувати системні програми підвищення кваліфікації, орієнтовані на методику застосування цифрового моделювання саме як інструменту розвитку клінічної аргументації.

Педагогічно обґрунтоване застосування цифрового моделювання також передбачає обов'язкову інтеграцію рефлексивного компонента в симуляційні заняття. Повернення до цифрової моделі патології після виконання симуляційного завдання дає змогу зіставити початкові гіпотези, ухвалені рішення та фактичні результати дій, що сприяє усвідомленню допущених помилок і формуванню навичок самокорекції. Такий формат рефлексії переводить симуляційне навчання з площини відпрацювання дій у формування клінічної відповідальності.

Не менш важливою є рекомендація щодо міждисциплінарного застосування цифрових моделей патологій у симуляційній підготовці. Залучення таких моделей у комплексні сценарії, що поєднують терапевтичні, ортопедичні та хірургічні аспекти, сприяє формуванню системного клінічного мислення та наближає освітній процес до реальних умов стоматологічної практики. Це дає змогу здобувачам освіти усвідомлювати наслідки ухвалених рішень у ширшому клінічному контексті, а не в межах окремої дисципліни.

Отже, педагогічно обґрунтоване застосування цифрового моделювання патологій у симуляційній підготовці стоматологів потребує поєднання методичної цілеспрямованості, стандартизації та контрольованої варіативності, підготовленого викладацького супроводу й обов'язкової рефлексії результатів навчання. За таких умов цифрове моделювання перестає бути допоміжним елементом

симуляційного процесу й трансформується в системоутворювальний інструмент формування клінічної компетентності майбутнього лікаря-стоматолога.

5.5. Інтеграція штучного інтелекту та VR/AR у клінічні симуляції: перспективи 2026 року

Інтеграція штучного інтелекту (далі – ШІ) та технологій віртуальної (далі – virtual reality, VR) й доповненої реальності (далі – augmented reality, AR) в клінічні симуляції стоматологічної освіти в перспективі 2026 року розглядається як фундаментальна трансформація логіки симуляційного навчання, що дає змогу відійти від звичайного відтворення лінійних алгоритмів. На відміну від традиційних симуляцій, у яких навчальна ситуація є фіксованою й передбачуваною, поєднання алгоритмів ШІ з VR/AR-середовищами створює умови для адаптивного моделювання клінічної реальності, у якій перебіг симуляції змінюється залежно від рішень, помилок і темпу дій здобувача освіти. У цьому контексті клінічна симуляція перетворюється з інструменту відпрацювання навичок на засіб формування складних когнітивних і поведінкових компонентів професійної компетентності.

Концептуально впровадження ШІ забезпечує інтелектуалізацію навчального сценарію, тоді як VR/AR відповідають за просторово-сенсорне занурення в клінічну ситуацію [311]. Алгоритми ШІ аналізують дії здобувача освіти, послідовність ухвалення рішень, частоту помилок і швидкість реагування, що дає змогу динамічно адаптувати складність симуляції, клінічні параметри та подальший розвиток сценарію. Водночас VR/AR-технології забезпечують візуалізацію цих змін у верифікованому просторі клінічного

середовища, що забезпечує набуття автентичного досвіду ухвалення клінічних рішень.

З педагогічного погляду така інтеграція змінює роль симуляцій у структурі стоматологічної освіти. В освітньому процесі акцент поступово зміщується з технічної коректності виконання окремих маніпуляцій на здатність орієнтуватися в умовах невизначеності, адаптувати клінічну тактику та усвідомлювати наслідки власних рішень. У перспективі 2026 року це відповідає зростанням вимог до клінічної підготовки стоматологів, які мають працювати в умовах високої складності клінічних випадків, обмеженого часу й міждисциплінарної взаємодії.

Узагальнені напрями інтеграції ШІ та VR/AR у клінічні симуляції стоматологічної освіти подано в табл. 5.5.1.

Таблиця 5.5.1

Основні напрями інтеграції ШІ та VR/AR у клінічні симуляції стоматологічної освіти (перспективи 2026 року)

Напрям інтеграції	**Функціональна роль у симуляції**	**Освітній ефект**
Адаптивні сценарії на основі ШІ	Динамічна зміна перебігу симуляції відповідно до дій здобувача	Формування гнучкого клінічного мислення
Інтелектуальний аналіз помилок	Автоматичне виявлення та класифікація помилок	Підвищення якості рефлексії та самокорекції
VR-занурення в клінічне середовище	Просторове відтворення робочого поля та клінічного контексту	Розвиток просторового й ситуативного мислення
AR-підтримка клінічних рішень	Контекстна візуалізація основних параметрів	Усвідомлене ухвалення рішень
Персоналізація освітньої траєкторії	Адаптація складності й темпу навчання	Персоналізація симуляційної підготовки

Джерело: сформовано на підставі [312; 313; 314]

Реалізація наведених у таблиці напрямів інтеграції ШІ й технологій VR і AR у сучасних клінічних симуляціях відбувається через поступове ускладнення освітнього середовища та зміну ролі здобувача

освіти з пасивного виконавця сценарію на активного суб'єкта клінічного ухвалення рішень. Адаптивні сценарії, керовані ШІ, використовуються для моделювання нелінійних ситуацій, де перебіг симуляції не визначений заздалегідь, а залежить від логіки клінічних дій, точності інтерпретації даних і своєчасності рішень. У практичному навчанні це дає змогу моделювати варіанти розвитку клінічної ситуації, зокрема виникнення ускладнень або трансформацію вихідних умов як реакцію на допущені помилки [312].

Інтелектуальний аналіз помилок у симуляційному процесі виконує роль розширеного педагогічного зворотного зв'язку, що не обмежується фіксацією помилок. Алгоритми ШІ співвідносять послідовність клінічних кроків із параметрами сценарію та виявляють типові когнітивні збої, такі як передчасні рішення, ігнорування основних ознак або некоректна оцінка ризиків [314]. У навчальній практиці це створює можливість цілеспрямованого аналізу клінічного мислення, а не лише оцінювання технічної точності виконання маніпуляцій.

Застосування VR у клінічних симуляціях забезпечує формування просторовоорієнтованого досвіду, який є критично важливим для стоматологічної практики. Відтворення робочого поля, положення пацієнта та взаєморозташування анатомічних структур сприяє відпрацьовуванню клінічних дій в умовах, наближених до реальних, але без жодного ризику для пацієнта. У поєднанні з ШІ це дає змогу моделювати ситуації, у яких просторові помилки або порушення ергономіки призводять до ускладнень, що має істотний навчальний ефект.

AR-підтримка в симуляційних сценаріях застосовується переважно як інструмент контекстної підтримки, що не заміщує клінічне мислення, а лише спрямовує його. Візуалізація критично важливих параметрів або зон підвищеного ризику у полі зору здобувача

освіти дає змогу навчати ухвалення рішень у режимі обмеженого часу, характерного для реальної клінічної практики. В освітньому процесі це сприяє формуванню здатності швидко інтегрувати інформацію з різних джерел без втрати контролю над клінічною ситуацією.

Персоналізація освітньої траєкторії на основі ШІ реалізується через адаптацію складності сценаріїв, темпу навчання та рівня автономності здобувача освіти. У сучасних умовах це дає змогу враховувати індивідуальні особливості підготовки, знижуючи ризик як перевантаження, так і формального проходження симуляцій [315]. У практиці стоматологічної освіти такий підхід створює умови для рівномірного формування клінічних компетентностей у групах з різним рівнем початкової підготовки.

Сукупне застосування зазначених напрямів інтеграції формує симуляційне освітнє середовище нового покоління, у якому поєднуються адаптивність, просторовий реалізм і аналітична глибина. За таких умов клінічна симуляція перестає бути репетицією окремих дій і набуває характеру керованого досвіду ухвалення рішень, що відповідає складності та динаміці реальної стоматологічної практики в найближчій перспективі.

Адаптивні клінічні симуляції на основі ШІ в сучасній стоматологічній освіті розглядаються як принципова зміна логіки побудови освітнього сценарію, у межах якої симуляція перестає бути лінійною послідовністю заздалегідь визначених етапів. На відміну від традиційних сценаріїв, де результат навчання залежить переважно від правильності виконання заданого алгоритму, адаптивні симуляції орієнтовані на моделювання клінічної невизначеності та багатоваріантності рішень. У такому форматі освітній сценарій формується не лише викладачем, а й у реальному часі коригується на основі аналізу дій, помилок і стилю клінічного мислення здобувача освіти.

Концептуально адаптивність сценарію забезпечується здатністю ШІ інтерпретувати поведінкові та когнітивні параметри освітньої діяльності, а не лише фіксувати факт правильного або неправильного виконання дії. Алгоритми ШІ аналізують послідовність клінічних рішень, темп реагування, схильність до ризикованих або консервативних стратегій, що дає змогу змінювати подальший перебіг симуляції. Унаслідок цього освітній сценарій набуває нелінійного характеру, відображаючи реальну клінічну практику, де кожне рішення впливає на подальший розвиток ситуації.

З педагогічного погляду така трансформація логіки освітнього сценарію сприяє формуванню гнучкого клінічного мислення та відповідальності за ухвалені рішення. Здобувач освіти не лише виконує завдання, а постійно перебуває в умовах необхідності оцінювати наслідки власних дій, переглядати стратегію та адаптуватися до змінних клінічних умов. Це особливо актуально для стоматологічної підготовки, де навіть незначні помилки в аналізі ситуації можуть мати значні клінічні наслідки.

Основні механізми адаптації освітнього сценарію в клінічних симуляціях на основі ШІ узагальнено в табл. 5.5.2.

Таблиця 5.5.2

Механізми адаптації освітнього сценарію в клінічних симуляціях на основі ШІ

Механізм адаптації	**Характер зміни сценарію**	**Освітній ефект**
Динамічна зміна складності	Корекція рівня складності завдань під час симуляції	Запобігання когнітивному перевантаженню або формалізації навчання
Реакція на типові помилки	Модифікація сценарію залежно від характеру помилок	Усвідомлення причинно-наслідкових зв’язків
Варіативність клінічних наслідків	Формування різних сценаріїв розвитку ситуації	Розвиток прогностичного мислення
Адаптація темпу навчання	Зміна швидкості подій і кількості підказок	Персоналізація освітньої траєкторії

Контекстна перебудова сценарію	Перехід до альтернативних клінічних умов	Формування готовності до невизначеності

Джерело: сформовано на підставі [316; 317; 318]

Функціонування адаптивних клінічних симуляцій на основі ШІ в освітньому процесі ґрунтується на постійному аналізі логіки дій здобувача освіти та перетворенні цього аналізу на змінні параметри сценарію. На відміну від статичних симуляцій, у яких освітня траєкторія є однаковою для всіх учасників, адаптивні системи використовують інформацію про послідовність клінічних рішень, тривалість аналітичних пауз і характер помилок для перебудови подальшого перебігу симуляції. У практичному навчанні це дає змогу моделювати ситуації, у яких клінічна складність зростає або зменшується не за заздалегідь визначеним планом, а внаслідок поведінки здобувача освіти [317].

Динамічна зміна складності сценарію реалізується шляхом контрольованого впливу на кількість доступних клінічних альтернатив і ступінь їхньої очевидності. За умови впевненого й послідовного ухвалення рішень ШІ поступово ускладнює сценарій, вводячи додаткові клінічні параметри або неоднозначні ознаки патології [316]. У разі систематичних помилок або невиправданої затримки в ухваленні рішень сценарій може тимчасово спрощуватися, що сприяє збереженню навчальної мотивації та уникненню когнітивного перевантаження без зниження загального рівня вимог.

Реакція сценарію на типові помилки має принципове значення для формування клінічного мислення. Замість прямого втручання викладача адаптивна симуляція моделює наслідки помилкових рішень у межах клінічної ситуації, наприклад шляхом поступового ускладнення перебігу патологічного процесу або появу додаткових симптомів. Такий підхід дає змогу здобувачеві освіти самостійно

виявити причинно-наслідковий зв'язок між рішенням і результатом, що підсилює навчальний ефект і сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

Варіативність клінічних наслідків, закладена в адаптивні сценарії, створює умови для формування прогностичного мислення. Робота з симуляціями, у яких одна і та ж початкова ситуація може мати кілька варіантів розвитку, дає змогу усвідомити, що клінічне рішення має довготривалі наслідки, які не завжди проявляються негайно. У практиці стоматологічної освіти це особливо важливо для підготовки до лікування складних або межових станів, де вибір тактики визначає подальший клінічний прогноз.

Адаптація темпу навчання забезпечує персоналізацію симуляційної підготовки зі збереженням цілісності змісту освіти. ШІ регулює швидкість розвитку сценарію, кількість доступних підказок і тривалість аналітичних етапів відповідно до поточного рівня підготовки здобувача освіти. На практиці це дає змогу ефективно працювати з неоднорідними навчальними групами, зберігаючи однакові клінічні цілі та критерії оцінювання.

Контекстна перебудова сценарію забезпечує моделювання клінічної невизначеності, характерної для реальної практики. Перехід до альтернативних клінічних умов, зумовлений попередніми рішеннями, змушує здобувача освіти постійно переглядати власні припущення й адаптувати стратегію лікування. Унаслідок цього адаптивні симуляції на основі ШІ створюють освітнє середовище, у якому клінічне мислення формується не через відтворення правильних відповідей, а через досвід відповідального ухвалення рішень у змінній клінічній реальності.

Розширення клінічного досвіду здобувачів стоматологічної освіти через застосування технологій VR та AR у симуляційних сценаріях у перспективі 2026 року розглядається насамперед як педагогічний

інструмент формування просторовоорієнтованого, поведінкового та комунікативного компонентів клінічної компетентності. На відміну від традиційних форм симуляційного навчання, де акцент зосереджується на відпрацюванні окремих мануальних дій, VR/AR-сценарії створюють умови для інтегрованого переживання клінічної ситуації, у межах якого здобувач освіти змушений одночасно орієнтуватися в просторових співвідношеннях, ухвалювати рішення в умовах часових обмежень і взаємодіяти з іншими учасниками клінічного процесу.

З педагогічного погляду VR/AR-технології виконують функцію розширення клінічного досвіду шляхом моделювання ситуацій, які є рідкісними, складними або потенційно небезпечними для відпрацювання в умовах реальної клінічної практики. Просторове занурення сприяє формуванню уявлення про анатомічні співвідношення, робоче поле та динаміку клінічних подій у спосіб, недоступний при застосуванні двовимірних матеріалів або статичних моделей. У цьому контексті VR/AR не заміщують реальну клінічну практику, а є проміжним середовищем, де формуються когнітивні й поведінкові шаблони, необхідні для безпечного переходу до роботи з пацієнтом.

Освітній потенціал VR/AR у симуляційних сценаріях переважно визначається їхньою здатністю відтворювати не лише фізичні, а й соціально-поведінкові аспекти клінічної діяльності. Моделювання взаємодії з пацієнтом, асистентом або членами міждисциплінарної команди дає змогу формувати навички комунікації, розподілу ролей і координації дій у складних клінічних ситуаціях. У перспективі 2026 року це набуває особливого значення у зв’язку з підвищенням вимог до командної роботи та клінічної відповідальності в стоматологічній практиці. Узагальнені напрями освітнього потенціалу та обмежень застосування VR/AR у симуляційних сценаріях подано в табл. 5.5.3.

Таблиця 5.5.3

Освітній потенціал і межі застосування VR/AR у симуляційних сценаріях стоматологічної освіти

Напрям впливу	**Освітній потенціал VR/AR**	**Обмеження застосування**
Просторове мислення	Формування тривимірного уявлення про клінічне поле	Обмежена передача тактильних відчуттів
Поведінкові реакції	Моделювання дій в умовах стресу та обмеженості часу	Ризик сенсорного перевантаження
Командна взаємодія	Відпрацювання комунікації та координації	Залежність від сценарної якості
Клінічний контекст	Імерсивне відтворення ситуації	Потреба в педагогічному супроводі
Рефлексія досвіду	Безпечний аналіз помилок	Обмежена заміна реальної практики

Джерело: сформовано на підставі [319; 320; 321]

Практичне застосування VR/AR у симуляційних сценаріях стоматологічної освіти спрямоване насамперед на розширення клінічного досвіду шляхом формування просторово орієнтованого сприйняття та поведінкової готовності до роботи в реальних клінічних умовах. Імерсивне середовище дає змогу відтворювати складні просторові конфігурації робочого поля, положення пацієнта та взаємне розташування анатомічних структур, що формує в здобувачів освіти здатність швидко орієнтуватися в тривимірному просторі та прогнозувати наслідки власних дій [321]. На практиці це особливо важливо для ситуацій, у яких помилки просторового аналізу не проявляються одразу, але зумовлюють подальші клінічні ускладнення.

Формування поведінкових реакцій у VR/AR-сценаріях реалізується через контрольоване моделювання умов підвищеної складності, обмеженості часу або неповноти інформації. Здобувач освіти змушений ухвалювати рішення в ситуаціях, наближених до реальної клінічної напруги, що дає змогу відпрацьовувати стратегії поведінки без жодних ризиків для пацієнта. У сучасній освітній практиці такі сценарії застосовуються для розвитку стійкості до стресу,

уміння зберігати клінічну логіку та коректно пріоритизувати дії за умови обмежених ресурсів [320].

Командна взаємодія в імерсивних середовищах VR/AR набула особливої актуальності у зв'язку з ускладненням клінічних кейсів і зростанням ролі міждисциплінарної співпраці [320]. Симуляційні сценарії дають змогу моделювати ситуації, у яких ефективність лікування залежить від узгодженості дій кількох учасників клінічного процесу, розподілу ролей і якості комунікації. На практиці це створює умови для формування навичок командного ухвалення рішень та усвідомлення персональної відповідальності в межах колективної діяльності.

Водночас межі застосування VR/AR у симуляційних сценаріях чітко визначають їхню неспроможність повністю відтворити тактильні та сенсомоторні відчуття, притаманні реальній стоматологічній практиці. У педагогічному контексті це зумовлює необхідність розглядати VR/AR не як заміну клінічного навчання, а як інструмент підготовки до нього, орієнтований на формування когнітивних і поведінкових передумов безпечної роботи з пацієнтом.

Практичний досвід упровадження VR/AR у симуляційне навчання також засвідчує залежність освітнього ефекту від якості сценарного дизайну та педагогічного супроводу [322]. За відсутності чітко визначених освітніх цілей і контрольних точок імерсивне середовище може втрачати дидактичну спрямованість і перетворюватися на демонстраційний або розважальний елемент. З огляду на це в перспективі 2026 року VR/AR розглядаються як частина методично вибудуваної симуляційної системи, а не автономний освітній засіб.

Узагальнене застосування VR/AR у симуляційних сценаріях дає змогу цілеспрямовано розширювати клінічний досвід здобувачів стоматологічної освіти шляхом розвитку просторового мислення,

поведінкової готовності та навичок командної взаємодії. Водночас ефективність такого підходу визначається здатністю інтегрувати імерсивні технології в загальну логіку освітнього процесу з чітким урахуванням їхнього освітнього потенціалу та об'єктивних меж застосування.

Інтеграція ШІ та технологій VR та AR у клінічні симуляції стоматологічної освіти в перспективі 2026 року супроводжується комплексом специфічних викликів, що виходять за межі загальних труднощів симуляційного навчання і безпосередньо пов'язані з інтелектуалізацією та імерсивністю освітнього середовища. Однією з основних залишається проблема педагогічної валідності адаптивних симуляцій, зумовлена невідповідністю між технічним потенціалом алгоритмів ШІ та їхньою дидактичною доцільністю. У практиці 2025 року дедалі частіше спостерігаються випадки, коли сценарій є алгоритмічно бездоганним, але без урахування логіки формування клінічного мислення, що призводить до зміщення освітнього акценту з обґрунтування рішень на реакцію на зовнішні зміни середовища.

Проблемним аспектом педагогічної валідності є також складність інтерпретації результатів навчання в умовах адаптивних сценаріїв. Варіативність траєкторій симуляції ускладнює порівнюваність результатів між здобувачами освіти та створює ризик оцінювання не клінічної компетентності, а здатності пристосовуватися до особливостей конкретного алгоритму [318]. У перспективі 2026 року це вимагає принципово нових підходів до педагогічного оцінювання, оскільки традиційні критерії правильності дій виявляються недостатніми для аналізу індивідуальних траєкторій навчання.

Істотною проблемою є когнітивне перевантаження, зумовлене поєднанням імерсивного VR/AR-середовища з динамічною адаптацією сценарію на основі ШІ. Надмірна кількість сенсорних стимулів, інформаційних підказок і змінних умов може знижувати здатність

здобувача освіти до глибокого аналітичного осмислення клінічної ситуації. У практиці стоматологічної освіти це проявляється зростанням реактивних рішень, коли дії виконуються швидко, але без достатнього клінічного обґрунтування, що суперечить освітнім цілям симуляційної підготовки [323].

Когнітивне перевантаження посилюється в умовах недостатньо контрольованого застосування AR, коли контекстна візуалізація починає підміняти власний аналіз клінічної ситуації. У перспективі 2026 року це формує ризик залежності від візуальних підказок і зниження здатності до самостійної інтерпретації клінічних ознак, що особливо критично для майбутньої роботи в реальних умовах, де такі підказки відсутні.

Окрему групу проблем становлять етичні та відповідальні аспекти застосування ШІ в клінічних симуляціях. Алгоритмічне ухвалення рішень щодо перебігу сценарію, складності завдань або фіксації помилок ставить питання про прозорість логіки ШІ та межі його впливу на освітній процес. [324] У перспективі 2026 року зростає ризик некритичного сприйняття рішень ШІ як об’єктивно правильних, що може формувати в здобувачів освіти помилкове уявлення про алгоритмічну «безпомилковість» клінічних рішень. Це суперечить принципам клінічної відповідальності, де остаточне рішення завжди має залишатися за лікарем.

Етичні виклики також пов’язані з використанням великих масивів навчальних даних для налаштування адаптивних симуляцій. Навіть в освітньому середовищі виникають питання конфіденційності, упередженості алгоритмів і репрезентативності клінічних сценаріїв [315]. У перспективі 2026 року ці проблеми набувають особливої актуальності, оскільки результати симуляцій дедалі частіше використовуються для формативного й підсумкового оцінювання, що

впливає на освітні траєкторії та професійні перспективи здобувачів освіти.

Організаційно-ресурсні обмеження залишаються значним стримувальним чинником інтеграції ШІ та VR/AR у стоматологічну освіту навіть у прогнозованому технологічному середовищі 2026 року. Висока вартість оновлення програмного забезпечення, потреба в постійній технічній підтримці та необхідність адаптації навчальних планів створюють нерівність доступу до сучасних симуляційних технологій між різними закладами освіти. Це зумовлює фрагментарність упровадження та ускладнює формування єдиних освітніх стандартів.

Додатковою організаційною проблемою є підготовка викладацького складу до роботи з інтелектуалізованими симуляціями. У перспективі 2026 року від викладача вимагається не лише клінічна експертність, а й здатність інтерпретувати результати роботи ШІ, керувати когнітивним навантаженням і по-модераторськи спрямовувати освітній процес. За відсутності системної підготовки це призводить до формального застосування VR/AR та ШІ без реалізації їхнього освітнього потенціалу.

У сукупності зазначені проблеми свідчать про те, що інтеграція ШІ та VR/AR у клінічні симуляції стоматологічної освіти в перспективі 2026 року є не лише технологічним, а насамперед педагогічним і етичним викликом. Без чіткого усвідомлення меж застосування, контролю когнітивного навантаження, прозорості алгоритмічних рішень і ресурсної забезпеченості ці технології ризикують трансформувати симуляційне навчання з інструменту формування клінічного мислення у складне, але методично нестійке освітнє середовище.

У перспективі 2026 року впровадження ШІ та технологій VR і AR у симуляційну підготовку стоматологів доцільно розглядати як

керований освітній процес, орієнтований не на технологічну новизну, а на трансформацію логіки формування клінічної компетентності. Основною рекомендацією є поетапне впровадження інтелектуалізованих симуляцій, за якого на початкових етапах ШІ та VR/AR застосовуються не для максимального ускладнення сценаріїв, а для стабілізації клінічного контексту та формування базових когнітивних структур. Такий підхід дає змогу уникнути когнітивного перевантаження й створює передумови для подальшого ускладнення симуляцій без втрати дидактичної керованості.

Педагогічно обґрунтованим є перехід від універсальних симуляцій до модульно-адаптивних сценаріїв, у яких ШІ застосовується для керування освітньою логікою, а не для імітації клінічної «реалістичності» за будь-яку ціну. У перспективі 2026 року доцільно проєктувати симуляційні сценарії як відкриті освітні структури з фіксованим клінічним ядром і змінними педагогічними параметрами, що дає змогу адаптувати складність, темп і рівень автономності без порушення клінічної валідності. Така стандартизована варіативність забезпечує одночасно персоналізацію навчання й порівнюваність результатів.

Методично важливою рекомендацією є розмежування функцій ШІ та VR/AR у симуляційному процесі. ШІ доцільно застосовувати насамперед для аналізу клінічного мислення, ідентифікації типових когнітивних помилок і керування траєкторією освітнього сценарію, тоді як VR/AR мають залишатися засобами формування просторово-поведінкового досвіду. Усвідомлене уникнення дублювання функцій запобігає ситуаціям, коли імерсивність починає підміняти аналітичну роботу, а алгоритмічна підтримка – клінічну відповідальність.

Інноваційним напрямом у перспективі 2026 року є впровадження керованих ШІ аналітико-рефлексивно пауз у симуляційні сценарії. Вони дають змогу тимчасово зупиняти перебіг симуляції для

осмислення ухвалених рішень, зіставлення альтернатив і прогнозування наслідків. Це переводить симуляційне навчання з режиму безперервної дії в режим керованого клінічного мислення, що особливо важливо для підготовки до складних і нестандартних ситуацій.

Організаційно доцільно орієнтуватися не на масове впровадження складних технологічних рішень, а на створення локальних центрів симуляційної експертизи, у межах яких відпрацьовуються сценарії, методики оцінювання та підходи до педагогічного супроводу. У перспективі 2026 року саме такі центри можуть виконувати роль методичних хабів, забезпечуючи якісну стандартизацію без уніфікації освітнього процесу.

Особливої уваги потребує підготовка викладачів до роботи з інтелектуалізованими симуляціями. Рекомендовано переорієнтувати програми підвищення кваліфікації з технічного опанування VR/AR на розвиток компетентностей педагогічної інтерпретації даних ШІ, управління когнітивним навантаженням і модерації клінічної рефлексії. У перспективі 2026 року викладач у симуляційному середовищі має бути не контролером правильності дій, а модератором освітнього досвіду та наставником клінічного мислення.

Загалом упровадження ШІ та VR/AR у симуляційну підготовку стоматологів доцільно здійснювати як стратегічно сплановану освітню інновацію, у якій технології підпорядковані педагогічним цілям, а не навпаки. За таких умов інтелектуалізовані та імерсивні симуляції стають не демонстрацією технічних можливостей, а інструментом формування зрілого, відповідального й адаптивного клінічного мислення, що відповідає реальним викликам сучасної стоматологічної практики.

Висновки до розділу 5

У розділі обґрунтовано концепцію клінічного сценарію в симуляційній стоматологічній освіті як цілісної освітньо-клінічної моделі, що поєднує освітні цілі, логіку клінічного мислення та контрольовані умови відпрацювання професійних дій. З'ясовано, що ефективність симуляційної підготовки визначається не окремими технічними характеристиками симулятора, а методичною структурованістю сценарію, його внутрішньою логікою та узгодженістю з компетентнісними результатами навчання. Запропонований системний підхід дає змогу перевести симуляційне навчання зі сфери епізодичного тренування маніпуляцій у площину керованого формування клінічної діяльності майбутнього лікаря-стоматолога.

Доведено, що структурна організація клінічного сценарію з чітким виокремленням навчального фокуса, початкових умов, логіки клінічних дій, контрольних моментів і рефлексивного етапу створює умови для відтворюваності освітнього досвіду та об'єктивного педагогічного аналізу. Встановлено, що така структура не обмежує автономність здобувачів освіти, а навпаки – забезпечує поступовий перехід від алгоритмізованих дій до усвідомленого клінічного мислення. Науково обґрунтовано, що саме рефлексивний компонент сценарію є основним механізмом інтеграції практичного досвіду в систему професійних знань і формування відповідального ставлення до клінічних рішень.

У розділі доведено, що диференціація клінічних сценаріїв за рівнем підготовки та освітніми цілями має реалізовуватися не шляхом зміни типу клінічної ситуації, а через керовану модифікацію параметрів автономності, когнітивного навантаження та складності ухвалення рішень. З'ясовано, що збереження єдиної структурної основи сценарію за одночасної варіації його параметрів забезпечує наступність

навчання та створює умови для поетапного професійного зростання без втрати методичної цілісності освітнього процесу.

Обґрунтовано доцільність типологізації симуляційних кейсів за клінічною функцією, характером ухвалення рішень, рівнем ризику, ступенем інтеграції та освітньою метою як інструменту планування освітньої траєкторії. Встановлено, що така типологія виконує інструментальну, а не описову функцію, даючи змогу цілеспрямовано добирати симуляційні ситуації відповідно до завдань підготовки та етапу професійного становлення здобувачів освіти. Доведено, що поєднання різних типів кейсів у межах навчальної програми забезпечує баланс між стандартизацією підготовки та розвитком клінічного мислення.

У процесі аналізу діагностичних, хірургічних, ургентних і міждисциплінарних симуляційних кейсів встановлено, що кожен із зазначених типів відтворює специфічні моделі професійної діяльності лікаря-стоматолога та формує різні аспекти клінічної готовності. Діагностичні кейси забезпечують розвиток клінічної логіки та аргументованого мислення, хірургічні – поєднання технічної точності з відповідальністю за безпеку пацієнта, ургентні – готовність діяти в умовах часових і ризикових обмежень, міждисциплінарні – здатність до командної взаємодії та інтеграції стоматологічних рішень у загальний клінічний контекст.

Окремо встановлено, що застосування міждисциплінарних симуляційних кейсів формує в майбутніх лікарів-стоматологів системне бачення клінічної ситуації та усвідомлення меж професійної відповідальності, що є принципово важливим в умовах сучасної медичної практики. Такі кейси сприяють моделюванню реальних сценаріїв взаємодії з фахівцями суміжних галузей і переходу від індивідуальної до командної логіки ухвалення клінічних рішень.

Загалом у розділі встановлено, що ефективне моделювання клінічних кейсів у стоматологічній освіті можливе лише за умови поєднання системного підходу до проєктування сценаріїв, науково обґрунтованої типологізації симуляційних ситуацій та їхнього диференційованого застосування відповідно до рівня підготовки. Запропоновані підходи створюють методичне підґрунтя для підвищення якості симуляційної підготовки та формування клінічно зрілих, автономних і відповідальних фахівців стоматологічного профілю.

Список використаних джерел до розділу 5

273. Patient-specific virtual simulation in the clinical training for prosthetic dentistry / S. Anda et al. *European Journal of Dental Education*. 2023. Vol. 29, no. 3. P. 561–569. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12949 (date of access: 12.01.2026).

274. Dental Decision Simulation (DDSim): Development of a virtual training environment / K. S. Johnson et al. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, no. 11. P. 1284–1293. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12303 (date of access: 12.01.2026).

275. Simulation training for ceramic crown preparation in the dental setting using a virtual educational system / L. Liu et al. *European Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 24, no. 2. P. 199–206. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12485 (date of access: 12.01.2026).

276. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course / S. Murbay et al. *European Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 24, no. 1. P. 5–16. URL: https://doi.org/10.1111/eje.12453 (date of access: 12.01.2026).

277. The importance of understanding and measuring health system structural, functional, and clinical integration / M. S. Ridgely et al. *Health Services Research*. 2020. Vol. 55, S3. P. 1049–1061. URL: https://doi.org/10.1111/1475-6773.13582 (date of access: 12.01.2026).

278. Kaneko R. M. U., Lopes M. H. B. d. M. Realistic health care simulation scenario: what is relevant for its design?. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*.

2019. Vol. 53. Article e03453. URL: https://doi.org/10.1590/s1980-220x2018015703453 (date of access: 12.01.2026).

279. Hassan I. F., Bui T. The Structural Analysis: Incorporating Structurally Competent Clinical Reasoning into Case-Based Presentations. *Journal of General Internal Medicine*. 2022. Vol. 37, no. 13. URL: https://doi.org/10.1007/s11606-022-07751-7 (date of access: 12.01.2026).

280. A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education / A. Towers et al. *British Dental Journal*. 2019. Vol. 226, no. 5. P. 358–366. URL: https://doi.org/10.1038/s41415-019-0041-0 (date of access: 12.01.2026).

281. Dental education practices during COVID-19: A scoping review / R. L. Kerkstra et al. *Journal of Dental Education*. 2022. Vol. 86, 5. P. 546–573. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.12849 (date of access: 12.01.2026).

282. Imran E., Adanir N., Khurshid Z. Significance of Haptic and Virtual Reality Simulation (VRS) in the Dental Education: A Review of Literature. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, no. 21. P. 10196. URL: https://doi.org/10.3390/app112110196 (date of access: 12.01.2026).

283. Comparison of the effectiveness of virtual reality-based education and conventional teaching methods in dental education: a systematic review / H. Koolivand et al. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-023-04954-2 (date of access: 12.01.2026).

284. Wang S., Qiu Y. Multidisciplinary diagnosis and treatment training simulation by paired teachers using case-based teaching of oral histopathology that promotes clinical thinking. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13, no. 1. Article 1531. URL: https://doi.org/10.1038/s41598-023-28786-8 (date of access: 12.01.2026).

285. Bürklein S., Schäfer E., Donnermeyer D. Evaluation of a 3D-Printed Model as Complete Case Scenario in Undergraduate Dental Education–Diagnosis, Treatment Planning and Clinical Practice. *European Journal of Dental Education*. 2025. URL: https://doi.org/10.1111/eje.13100 (date of access: 12.01.2026).

286. Problem-based learning and case-based learning in dental education / H. Wang et al. *Annals of Translational Medicine*. 2021. Vol. 9, no. 14. P. 1137. URL: https://doi.org/10.21037/atm-21-165 (date of access: 12.01.2026).

287. Taysi A. E., Taysi N. M., Sismanoglu S. Evaluation of the efficacy of a simulation model used in oral and maxillofacial surgery education. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-05307-3 (date of access: 12.01.2026).

288. 3D-printed Surgical Training Model Based on Real Patient Situations for Dental Education / M. Hanisch et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, no. 8. Article 2901. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph17082901 (date of access: 12.01.2026).

289. Carpegna G., Scotti N., Alovisi M., Comba A., Berutti E., Pasqualini D. Endodontic microsurgery virtual reality simulation and digital workflow process in a teaching environment. *European Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 29, no. 3. P. 479–485. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12946

290. Malamed S. F. Medical Emergencies in the Dental Office E-Book. Elsevier Health Sciences. 2022. 576 p. URL: https://books.google.com.ua/books?id=MJ1cEAAAQBAJ (date of access: 12.01.2026).

291. Innovation of dental education during COVID-19 pandemic / T.-Y. Chang et al. *Journal of Dental Sciences*. 2021. Vol. 16, no. 1. P. 15–20. URL: https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.07.011 (date of access: 12.01.2026).

292. Modeling of the Transmission of Coronaviruses, Measles Virus, Influenza Virus, Mycobacterium tuberculosis, and Legionella pneumophila in Dental Clinics / C. Zemouri et al. *Journal of Dental Research*. 2020. Vol. 99, no. 10. P. 1192–1198. URL: https://doi.org/10.1177/0022034520940288 (date of access: 12.01.2026).

293. Evaluation of the Impact of Interdisciplinary Case-Based Courses in Dental Education on Smile Evaluation Skills of Undergraduate Students / D. Nalbantgil et al. *Turkish Journal of Orthodontics*. 2019. Vol. 32, no. 1. P. 11–15. URL: https://doi.org/10.5152/turkjorthod.2019.18012 (date of access: 12.01.2026).

294. Students' Evaluations of Simulations in Dentistry: A Multiple Cohort Study at a U.S. Dental School / C. T. McKenzie et al. *Journal of Dental Education*. 2019. Vol. 83, no. 10. P. 1142–1150. URL: https://doi.org/10.21815/jde.019.121 (date of access: 12.01.2026).

295. Interdisciplinary medical education practices: building a case-driven interdisciplinary simulation system based on public datasets / K. Qiu et al. *BMC Medical Education*. 2025. Vol. 25, no. 1. Article 1037. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-025-07631-8 (date of access: 12.01.2026).

296. The effectiveness of integrating role play into case-based learning in dental education: enhancing critical thinking and teamwork skills / N. Abdel-Wahed et al. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-06550-4 (date of access: 12.01.2026).

297. Felszeghy S., Mutluay M., Liukkonen M., Flacco N., Bakr M. M., Rampf S., Quinn B. Benefits and challenges of the integration of haptics-enhanced virtual reality training within dental curricula. *Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 89, no. 7. P. 1070–1083. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.13800

298. Reviewing Simulation Technology: Implications for Workplace Training / D. R. Sanchez et al. *Multimodal Technologies and Interaction*. 2023. Vol. 7, no. 5. Article 50. URL: https://doi.org/10.3390/mti7050050 (date of access: 12.01.2026).

299. Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education / M. A. M. AlGerafi et al. *Electronics*. 2023. Vol. 12, no. 18. Article 3953. URL: https://doi.org/10.3390/electronics12183953 (date of access: 12.01.2026).

300. AI in Dentistry: Innovations, Ethical Considerations, and Integration Barriers / T.-Y. Liu et al. *Bioengineering*. 2025. Vol. 12, no. 9. Article 928. URL: https://doi.org/10.3390/bioengineering12090928 (date of access: 12.01.2026).

301. Use of Computer Simulation in Dental Training with Special Reference to Simodont / A. L.-S. Leung et al. *Dentistry Journal*. 2021. Vol. 9, no. 11. P. 125. URL: https://doi.org/10.3390/dj9110125 (date of access: 12.01.2026).

302. Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry / M. Vincent et al. *Journal of Dental Education*. 2020. Vol. 84, no. 3. P. 367–376. URL: https://doi.org/10.21815/jde.019.187 (date of access: 12.01.2026).

303. Virtual Reality as a novel educational tool in pre-clinical paediatric dentistry training: Students' perceptions / S. Zafar et al. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2020. Vol. 30, no. 6. P. 791–797. URL: https://doi.org/10.1111/ipd.12648 (date of access: 12.01.2026).

304. Digital Undergraduate Education in Dentistry: A Systematic Review / N. U. Zitzmann et al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, no. 9. P. 3269. URL: https://doi.org/10.3390/ijerph17093269 (date of access: 12.01.2026).

305. Lu J., Zhang L., Ye L. Construction and application of dental virtual reality simulation teaching system in China: necessity and strategies. *European Journal of Dental Education*. 2025. Vol. 29, no. 3. P. 570–575. DOI: https://doi.org/10.1111/eje.12952

306. Kordaß B., Gärtner C., Söhnel A., Bisler A., Voß G., Bockholt U., Seipel S. The virtual articulator in dentistry: concept and development. Dental Clinics of North

America. 2002. Vol. 46, no. 3. P. 493–506. URL: https://www.dental.theclinics.com/article/S0011-8532(02)00006-X/abstract (date of access: 12.01.2026).

307. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry / T.-K. Huang et al. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2018. Vol. 34, no. 4. P. 243–248. URL: https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.009 (date of access: 12.01.2026).

308. Vatu M., Vintila D., Mercut R., Popescu S. M., Popa D. L., Petrovici I. L., Pitru A. Three-dimensional modeling of the dental-maxillary system. *Journal of Industrial Design and Engineering Graphics*. 2019. Vol. 14, no. 1. P. 207–210. URL: http://www.sorging.ro/jideg/index.php/jideg/article/view/53/53 (date of access: 12.01.2026).

309. Strîşca S., Şontea V., Sîrbu D., Mostovei A. Assessment of Anatomical Balance in Dento-Facial Anomalies Using Virtual Surgical Planning. In: Sontea V, Tiginyanu I, Railean S (eds). *7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. *ICNBME 2025*. IFMBE Proceedings. Vol. 135. Cham: Springer; 2025. P. 350–358. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-032-06497-4_35 (date of access: 12.01.2026).

310. Andor C. T., Mihai C., Cucoveica O., Stadoleanu C., Tomita D. I., Vasiliu M. P., Morarasu C. S. Functional and psychorehabilitation of the stomatognathic sistem's disorders: a non-invasive treatment approach. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*. 2023. Vol. 15, no. 1. P. 130–137. URL: https://rjor.ro/wp-content/uploads/2023/04/FUNCTIONAL-AND-PSYCHOREHABILITATION-OF-THE-OF-THE-STOMATOGNATIC-SISTEM-%E2%80%98S-DISORDERS-A-NON-INVASIVE-TREATMENT-APPROACH-1.pdf (date of access: 12.01.2026).

311. Saghiri M. A., Vakhnovetsky J., Nadershahi N. Scoping review of artificial intelligence and immersive digital tools in dental education. *Journal of Dental Education*. 2022. Vol. 86, no. 6. P. 736–750. DOI: https://doi.org/10.1002/jdd.12856

312. Gandedkar N. H., Wong M. T., Darendeliler M. A. Role of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) in tertiary education and research of orthodontics: An insight. *Seminars in Orthodontics*. 2021. Vol. 27, no. 2. P. 69–77. URL: https://doi.org/10.1053/j.sodo.2021.05.003 (date of access: 12.01.2026).

313. Application and development of artificial intelligence and immersive technologies in dental education: a scoping review / S. Huang et al. *BMC Medical*

Education. 2025. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-025-08420-z (date of access: 12.01.2026).

314. Augmented/Virtual Reality and Artificial Intelligence in Dental Education and Research / N. H. Gandedkar et al. *Augmented Reality and Artificial Intelligence*. Cham, 2023. P. 147–169. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-27166-3_9 (date of access: 12.01.2026).

315. Augmented, Virtual and Mixed Reality in Dentistry: A Narrative Review on the Existing Platforms and Future Challenges / R. Monterubbianesi et al. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 2. P. 877. URL: https://doi.org/10.3390/app12020877 (date of access: 12.01.2026).

316. Zidoun Y., Mardi A. E. Artificial Intelligence (AI)-Based simulators versus simulated patients in undergraduate programs: A protocol for a randomized controlled trial. *BMC Medical Education*. 2024. Vol. 24, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s12909-024-06236-x (date of access: 12.01.2026).

317. Komasawa N., Yokohira M. Simulation-Based Education in the Artificial Intelligence Era. *Cureus*. 2023. 2023. Vol. 15, no. 6. Article e40940. URL: https://doi.org/10.7759/cureus.40940 (date of access: 12.01.2026).

318. Artificial intelligence in the analysis of emotions of nursing students undergoing clinical simulation / C. G. R. M. P. d. Leon et al. *Revista Brasileira de Enfermagem*. 2023. Vol. 76, suppl 4. URL: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0909 (date of access: 12.01.2026).

319. Kashwani R., Kulkarni V., Salam S., Sharma S., Rathi P., Gupta S., Sharma A. Virtual vs augmented reality in the field of dentistry. *Community Practitioner*. 2024. Vol. 21, no. 3. P. 597–603. URL: https://www.researchgate.net/profile/Ritik-Kashwani/publication/379325256_Virtual_vs_Augmented_Reality_in_the_field_of_Dentistry/links/660a652c390c214cfd2e735f/Virtual-vs-Augmented-Reality-in-the-field-of-Dentistry.pdf (date of access: 12.01.2026).

320. Fahim S., Maqsood A., Das G., Ahmed N., Saquib S., Lal A., Alam M. K. Augmented reality and virtual reality in dentistry: highlights from the current research. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 8. Article 3719. DOI: https://doi.org/10.3390/app12083719

321. Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review / T. Joda et al. *Computers in Biology and Medicine*. 2019. Vol. 108. P. 93–100. URL: https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2019.03.012 (date of access: 12.01.2026).

322. AR and MR in Dentistry: Developments, Applications, and Prospects / F. Ahmad et al. *IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics*. 2024. Vol. 7, no. 1. P. 171–188. URL: https://doi.org/10.1109/tmrb.2024.3503999 (date of access: 12.01.2026).

323. Current applications and future perspective of virtual reality in dental education and practice in Saudi Arabia: A scoping review / A. Y. Alqutaibi et al. *The Saudi Dental Journal*. 2025. Vol. 18, no. 2. P. 914–922. URL: https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2024.09.007 (date of access: 12.01.2026).

324. Expectancy from, and acceptance of augmented reality in dental education programs: A structural equation model / S. Toker et al. *Journal of Dental Education*. 2024. Vol. 88, no. 9. P. 1277–1286. URL: https://doi.org/10.1002/jdd.13580 (date of access: 12.01.2026).

ВИСНОВКИ

У підручнику системно обґрунтовано симуляційне навчання як важливий компонент сучасної стоматологічної освіти, спрямований на формування клінічного мислення, мануальної точності, професійної поведінки та готовності до ухвалення рішень у варіативних клінічних умовах. Встановлено, що симуляційні технології виходять за межі допоміжного дидактичного інструменту та постають як самостійне освітньо-клінічне середовище, у якому інтегруються педагогічні, клінічні та технологічні компоненти підготовки майбутніх лікарів-стоматологів.

У результаті аналізу теоретико-методологічних засад симуляційного навчання доведено, що його ефективність ґрунтується на поєднанні компетентнісного підходу, сценарного моделювання та акредитаційноорієнтованих стандартів підготовки. Уперше в межах наукового викладу узагальнено взаємозв'язок між теорією сценарного моделювання, формуванням клінічного мислення та вимогами до симуляційних центрів України та ЄС, що дає змогу розглядати симуляційну стоматологічну освіту як структурно впорядковану систему, узгоджену з міжнародними освітніми практиками.

Доведено, що застосування симуляційного навчання в терапевтичній стоматології забезпечує поетапний перехід від засвоєння теоретичних знань до відпрацювання комплексних клінічних дій. Встановлено, що моделювання діагностики, лікувальних алгоритмів і типових OSCE-станцій сприяє формуванню стабільних професійних навичок, зниженню кількості типових помилок та підвищенню готовності здобувачів освіти до клінічної практики. Новизна підходу полягає в представленні симуляційних сценаріїв не як окремих вправ, а як логічно завершених клінічних моделей, що

поєднують діагностичне мислення, мануальну діяльність та клінічну аргументацію.

У розділі, присвяченому оцінюванню клінічних навичок, обґрунтовано переваги поєднання формативного та сумативного оцінювання в умовах симуляційного середовища. Встановлено, що об'єктивно структуровані клінічні іспити, чеклісти, відеоаналіз і стандартизований фідбек забезпечують підвищення об'єктивності оцінювання та прозорість освітніх результатів. Науково доведено, що рефлексивний компонент симуляційної практики є важливим механізмом перетворення технічної навички на усвідомлену клінічну компетентність, здатну до перенесення в реальну практику.

Аналіз організаційно-педагогічних та етичних аспектів упровадження симуляційного навчання засвідчив, що його ефективність безпосередньо залежить від роботи міждисциплінарної команди, управління ризиками та дотримання стандартів безпеки. Встановлено, що симуляційне середовище є унікальним простором для формування професійної відповідальності, етичної поведінки та навичок комунікації без загрози для пацієнта. Наукова новизна дослідження, представлена в розділі, полягає в системному поєднанні педагогічних, клінічних і етичних вимірів симуляційного процесу, що дає змогу розглядати його як інструмент не лише технічної, а й ціннісної підготовки стоматолога.

У підручнику вперше комплексно представлено технології моделювання клінічних кейсів у стоматологічній освіті на основі системного підходу до розроблення сценаріїв, їхньої типологізації й диференціації. Встановлено, що ефективне симуляційне навчання потребує чітко структурованого клінічного сценарію, який поєднує навчальний фокус, логіку клінічних дій, контрольні точки та рефлексивний аналіз. Показано, що класифікація симуляційних ситуацій на діагностичні, хірургічні, ургентні та міждисциплінарні

кейси сприяє цілеспрямованому формуванню різних аспектів професійної готовності майбутнього стоматолога.

Особливу увагу приділено застосуванню симуляторів високої віртуалізації, цифрового моделювання патологій зубощелепної системи та інтеграції ШІ й VR/AR-технологій. Встановлено, що зазначені інструменти істотно розширюють можливості симуляційного навчання, забезпечуючи персоналізацію підготовки, підвищення об'єктивності оцінювання та моделювання складних клінічних ситуацій, недоступних у традиційному освітньому процесі. Наукова новизна полягає в представленні цих технологій не як самоцілі, а як складників методично керованої системи формування клінічних компетентностей.

Перспективи подальшого розвитку симуляційної підготовки стоматологів в Україні пов'язані з формуванням єдиних національних стандартів симуляційного навчання, розширенням мережі сучасних симуляційних центрів, інтеграцією цифрових платформ та ШІ в освітні програми, а також системною підготовкою викладачів до роботи в симуляційному середовищі. Важливим напрямом є посилення міждисциплінарної взаємодії, міжнародної співпраці та адаптації української стоматологічної освіти до європейських і світових стандартів якості. Реалізація цих напрямів створює передумови для підготовки конкурентоспроможних, клінічно зрілих і професійно відповідальних лікарів-стоматологів, здатних ефективно діяти в умовах сучасної медицини.

ДОДАТКИ

Додаток А

Етап дії	Критерії виконання	Оцінка (0/1)
Збір анамнезу	Уточнює характер болю, його тривалість, фактори провокації та купірування	
Клінічний огляд	Виконує огляд з дотриманням правил асептики та професійної етики	
Проведення діагностичних тестів	Виконує перкусію, термопробу чи електроодонтометрію відповідно до протоколів	
Інтерпретація результатів	Коректно співвідносить симптоматику з клінічними даними та формулює попередній діагноз	
Планування лікування	Пропонує план терапії відповідно до чинних настанов і стандартів надання стоматологічної допомоги	

Додаток Б

Глобальна шкала оцінювання професійної компетентності

Показник	**Опис**	**Бал (1–5)**
Клінічне мислення	Логічність, послідовність та обґрунтованість клінічних рішень	
Комунікація	Чіткість і доступність пояснень, уміння встановити контакт із пацієнтом або стандартизованим актором	
Безпека виконання	Дотримання принципів асептики та антисептики, уникнення потенційно шкідливих дій	
Професійна поведінка	Організованість, упевненість у виконанні завдань, дотримання етичних норм	

КЛЮЧОВІ ТЕРМІНИ ТА ПОНЯТТЯ

Алгоритм клінічних дій – структурована послідовність професійних рішень і маніпуляцій, що відображає логіку клінічного мислення в симуляційному сценарії.

Аналіз помилок – систематичне виявлення, інтерпретація та обговорення некоректних рішень або дій з метою формування професійної самокорекції.

Аналітично-рефлексивний блок – завершальний етап симуляційного сценарію, спрямований на узагальнення досвіду та усвідомлення причин клінічних результатів.

Аугментована реальність (AR) – технологія доповнення реального або симульованого середовища цифровими візуальними елементами для підсилення освітнього ефекту.

Безпечне освітнє середовище – освітній простір, у якому відпрацювання клінічних дій здійснюється без ризику для пацієнта.

Віртуальна реальність (VR) – цифрово змодельоване інтерактивне середовище, що дає змогу відтворювати клінічні ситуації з високим рівнем реалістичності.

Відеоаналіз клінічних маніпуляцій – метод рефлексивного оцінювання, заснований на перегляді та аналізі записів виконання практичних дій.

Гаптичний зворотний зв'язок – технологія відтворення тактильних відчуттів під час симуляції стоматологічних маніпуляцій.

Диференціація клінічних сценаріїв – варіація складності, автономності та когнітивного навантаження сценарію залежно від рівня підготовки здобувачів освіти.

Діагностичний вхідний блок – початковий компонент сценарію, що формує клінічний контекст та активізує діагностичне мислення.

Етичні дилеми симуляційного навчання – педагогічно змодельовані ситуації, пов'язані з професійною відповідальністю, помилками та комунікацією з пацієнтом.

Зворотний зв'язок – структурована інформація про якість виконання дій, спрямована на корекцію й закріплення освітніх результатів.

Імітаційне моделювання – відтворення клінічних процесів в освітньому середовищі для формування професійних компетентностей.

Інтеграція симуляційного навчання – введення симуляційних модулів у навчальні плани як системного елемента підготовки стоматологів.

Індивідуальна освітня траєкторія – персоналізований шлях формування компетентностей у симуляційному середовищі.

Інтердисциплінарна команда – сукупність фахівців різного профілю, що забезпечують клінічну, педагогічну й технологічну узгодженість симуляційного процесу.

Клінічна валідність сценарію – відповідність симуляційного сценарію реальним умовам і стандартам стоматологічної практики.

Клінічне мислення – здатність аналізувати клінічну ситуацію, ухвалювати обґрунтовані рішення та прогнозувати наслідки втручань.

Клінічний контекст – сукупність умов і обмежень, у межах яких розгортається симуляційний сценарій.

Клінічний сценарій – цілісна освітньо-клінічна модель, що відображає процес ухвалення рішень і виконання професійних дій.

Компетентнісний підхід – орієнтація освітнього процесу на формування вимірюваних професійних результатів.

Контрольні точки сценарію – заздалегідь визначені моменти фіксації важливих клінічних рішень і дій.

Комунікативно-поведінковий блок – складник сценарію, спрямований на відпрацювання професійної взаємодії з пацієнтом.

Методи формативного оцінювання – підходи до оцінювання, орієнтовані на підтримку та корекцію освітнього процесу.

Методи сумативного оцінювання – підходи до підсумкової оцінки рівня сформованості клінічних компетентностей.

Моделювання клінічних кейсів – створення навчальних ситуацій, що відтворюють типові або складні стоматологічні випадки.

Міждисциплінарні симуляційні сценарії – сценарії, що інтегрують знання й навички з кількох галузей стоматології та медицини.

Об'єктивно структурований клінічний іспит (ОСКІ) – стандартизований формат оцінювання клінічних умінь у симуляційному середовищі.

Оцінювання клінічної готовності – процес визначення здатності здобувача освіти до безпечної й самостійної практичної діяльності.

Педагогічна структурованість – логічна впорядкованість елементів сценарію відповідно до навчальних цілей.

Педагогічно-клінічний підхід – інтеграція дидактичних принципів із клінічною логікою в розробленні симуляційних сценаріїв.

Початкові умови сценарію – стандартизовані вихідні параметри клінічної ситуації.

Професійна автономність – здатність здобувача освіти самостійно ухвалювати клінічні рішення в межах сценарію.

Рефлексивний етап – стадія осмислення виконаних дій і їхнє співвіднесення з професійними стандартами.

Системний підхід – методологія розгляду симуляційного навчання як цілісної, ієрархічно організованої освітньої системи.

Симуляційне навчання – освітня технологія, що забезпечує формування клінічних компетентностей у контрольованому середовищі.

Симуляційне освітнє середовище – сукупність педагогічних, технологічних і організаційних умов симуляційної підготовки.

Симуляційний центр – спеціалізований простір для реалізації симуляційних освітніх програм.

Симуляційний підхід – концепція навчання, заснована на моделюванні професійної діяльності.

Стандартизація оцінювання – уніфікація критеріїв і процедур оцінювання клінічних умінь.

Стандарти безпеки – регламентовані вимоги до організації симуляційних клінічних сесій.

Технології цифрового моделювання – програмно-апаратні засоби відтворення анатомічних і патологічних станів.

Типологія симуляційних ситуацій – класифікація сценаріїв за клінічним призначенням і рівнем складності.

Управління ризиками – система запобігання педагогічним і клінічним помилкам у симуляційному процесі.

Фантомне навчання – форма симуляційної підготовки із застосуванням фізичних моделей зубощелепної системи.

Циклічна модель сценарію – організація сценарію як повторюваного освітнього циклу з обов'язковою рефлексією.

Штучний інтелект у симуляціях – застосування алгоритмів аналізу й адаптації для персоналізації навчання.

УДК: 616.31-057.875:378.147.88:004.946

Видавець: Futurity Research Publishing

Futurity Research Publishing is a privately-owned publishing house specialising in the publication of top-notch scientific articles across various fields pertaining to current issues. The publisher focuses on producing high-quality scientific journals and books, as well as organising international conferences that foster global scientific dialogue.

Mission:
Provide leading scientists with the opportunity to publish groundbreaking research across various fields.

Рік видання: 2026
Обсяг:393 с.
ISBN:

©*Терехов С. С., Дікова І. Г., Татаріна О. В., Строченко Є. О., Мельник Н. С.*, 2026
© Futurity Research Publishing, 2026

Усі права захищено. Жодна частина цього видання не може бути відтворена або використана в будь-якій формі чи будь-якими засобами без письмового дозволу правовласників, за винятком випадків, передбачених чинним законодавством.