

Артур Гудманян

доктор філологічних наук, професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-4196-2279
artgud13@gmail.com

Анатолій Мишко

викладач
Державний вищий навчальний заклад
«Ужгородський національний університет»
ORCID ID 0000-0003-2925-1092
anatolii.myshko@uzhnu.edu.ua

Анастасія Брай

студентка магістратури
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
anastasiabray04@gmail.com

ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ МАШИННОГО ПЕРЕКЛАДУ ПИСЬМОВИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТЕКСТІВ

Машинний переклад став критично важливим для подолання мовних відмінностей в епоху глобального зв'язку, передусім у спеціалізованих галузях. У цій статті розглядається складний процес оцінювання адекватності машинного перекладу для письмової спеціалізованої літератури. В дослідженні проаналізовано помилки, яких припускаються системи машинного перекладу Google Translate (далі – GT) та DeepL Translate (далі – DT) під час перекладу навчальних матеріалів з біології. У роботі підкреслено, що спеціалізовані тексти вимагають не лише термінологічної точності, а й збереження контексту, що робить галузевий машинний переклад надзвичайно складним. У попередніх працях було розглянуто кілька підходів до оцінювання, які наголошували на необхідності людської перевірки поряд з автоматизованими системами. Помилки машинного перекладу – від термінологічних і семантичних недоліків до стилістичних і граматичних – підкреслюють важливість ретельного пост-редагування. Результати дослідження продемонстрували, що, незважаючи на коректний переклад термінології загального вжитку, її використання у складних реченнях викликало труднощі. Обидві системи часто не розпізнавали тонкощів, що призводило до викривлених інтерпретацій. Стилістичні помилки, зокрема дослівний переклад без урахування контексту, ще більше послаблюють перекладені речення. Переклад також супроводжувався граматичними помилками, що демонструють складність синтаксичних структур у спеціалізованій тематиці. Дослідження виявило мінімальні відмінності між GT і DT, зокрема, GT краще перекладав термінологію, а DT демонстрував більш ефективні граматичні структури. Проте обидві системи застосовували дослівний переклад, що призвело до стилістичних помилок і неточного вибору слів. У цій роботі підкреслено необхідність людського редагування для забезпечення коректного перекладу експертних матеріалів, а також необхідність постійного вдосконалення технології машинного перекладу для підвищення точності термінології та збереження контексту в спеціалізованих текстах.

Ключові слова: машинний переклад; спеціалізовані тексти; методи оцінювання; термінологічні помилки; змістові помилки; стилістичні помилки; лексичні помилки; граматичні помилки; людське редагування.

1. ВСТУП

У сучасному взаємопов'язаному світі потреба в успішній міжмовній комунікації є актуальнішою, ніж будь-коли. Машинний переклад (далі – МП) став важливою технологією, яка дозволяє безперешкодно передавати інформацію через мовні кордони. Необхідність оцінювати якість і надійність таких перекладів набуває особливого значення, оскільки організації, науковці та люди дедалі більше покладаються на матеріали, перекладені машинним способом у своїх професійних сферах. Тому в цій статті досліджується складна сфера оцінювання адекватності машинного перекладу письмових спеціалізованих текстів.

У зв'язку із великою кількістю онлайн-текстів у багатьох галузях і глобальним попитом на переклад, машинний переклад набуває все більшого значення в цифрову епоху. Традиційні перекладацькі підходи часто не здатні задовольнити світові потреби в перекладі (Conneau et al., 2018). Системи машинного перекладу (далі – СМП), зокрема нейронний машинний переклад, з'явилися як можливе вирішення цих проблем (Xu et al., 2020).

Дж. С. Джастесон і С. М. Катц зазначають, що точність мови в технічних дисциплінах забезпечує точну передачу понять та інструкцій, запобігаючи непорозумінням і помилкам (Justeson & Katz, 1995). Правильні формулювання у медичній документації мають вирішальне значення для безпеки пацієнтів і належної комунікації між медичними працівниками (Chatterjee & Yadav, 2019). Визначення в юридичних документах має вирішальне значення для забезпечення коректності та запобігання неправильному тлумаченню (Justeson & Katz, 1995). Точність у науковій літературі підвищує чіткість і повторюваність результатів досліджень (Chatterjee & Yadav, 2019). Тому якість машинного перекладу спеціалізованих текстів має вирішальне значення для успішної комунікації та інтерпретації інформації у різних дисциплінах.

Потреба в більш точних і достовірних перекладах у спеціалізованих галузях стимулювала розвиток алгоритмів машинного перекладу для обробки специфічного жаргону, технічних слів і спеціалізованої мови (Baroni & Bernardini, 2005). Традиційні системи машинного перекладу іноді не справлялися з перекладом спеціальної термінології, що призводило до помилкових або нелогічних перекладів (Baroni & Bernardini, 2005). Проте із розвитком нейронного машинного перекладу та збільшенням кількості навчальних даних для конкретних галузей алгоритми машинного перекладу стають дедалі ефективнішими в роботі зі спеціальною лексикою та надають високоякісні переклади в спеціалізованих галузях (Chu & Wang, 2020).

Переклад спеціалізованих текстів передбачає унікальні завдання, які виходять за рамки звичайних проблем машинного перекладу. Точність має вирішальне значення у спеціалізованих професіях, оскільки навіть незначні помилки або пропуски в мові можуть мати серйозні наслідки (Chu & Wang, 2020). Також важливо зберегти контекст і значення спеціальної термінології, оскільки унікальні значення, пов'язані з термінами, можуть бути втрачені під час перекладу (Chu & Wang, 2020). Подолання цих проблем вимагає глибокого розуміння спеціалізованої галузі, а також здатності помічати нюанси мови та контексту.

Основним питанням, яке розглядається у цій статті, є оцінювання машинного перекладу спеціалізованих текстів та виявлення помилок, пов'язаних з особливостями стилю. **Стаття має на меті** проаналізувати сучасний стан оцінювання якості машинного перекладу спеціалізованих текстів за допомогою критичного аналізу літератури та аналізу конкретних прикладів. Вона також містить корисну інформацію для дослідників, практиків і розробників, які працюють у галузі обробки природної мови та машинного перекладу.

Машинний переклад став незамінним інструментом для перекладу письмових документів, але оцінити його адекватність доволі складно. У цій сфері було проведено кілька досліджень з оцінювання якості машинного перекладу та створення методології для аналізу термінологічної узгодженості.

Так, наприклад, Л. Спеча та ін. розглядали стратегії оцінювання якості машинного перекладу (Spesia, 2018). У роботі Дж. Сюй та ін. досліджується використання порівняльних перекладів для підвищення точності нейронного машинного перекладу (Xu et al., 2020). Дж.

Діну та ін. пропонують навчити систему нейронного машинного перекладу використовувати спеціальну термінологію (Dinu et al., 2019). У дослідженні Р. Гак та ін. розглядається переклад термінології у статистичному та нейронному машинному перекладі з акцентом на перекладі з англійської на хінді та з хінді на англійську (Haque et al., 2019). Серед вітчизняних дослідників особливості машинного перекладу політичного дискурсу досліджував Д. М. Чевдар (Чевдар, 2018). А.Л. Міщенко аналізувала машинний переклад у контексті сучасного науково-технічного перекладу (Міщенко, 2013).

Ці та інші праці розглядають різні напрями оцінювання якості та адекватності машинного перекладу загальних та спеціалізованих текстів. Проте не існує загально прийнятого способу оцінки перекладів, виконаних СМП.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Найчастіше розрізняють два основних підходи до оцінювання МП, а саме – людське та автоматичне оцінювання. У нашій попередній роботі докладніше висвітлено стратегії оцінювання МП, де однією з основних є використання людського рецензування, коли кваліфіковані перекладачі або фахівці-білінгви оцінюють переклади відповідно до заздалегідь визначених стандартів (Брай, 2023). Для цього може використовуватися оцінювання на рівні сегментів, під час якого певні фрази або речення оцінюються на предмет правильності, плавності та адекватності (Vojar et al., 2016).

Автоматичне оцінювання вимірює перекладені тексти за допомогою обчислювальних метрик і алгоритмів (Och, 2003). Ці показники дають змогу кількісно оцінити якість перекладу, намагаючись імітувати людське оцінювання. Найпоширенішими методами автоматизованого оцінювання є BLEU (Bilingual Evaluation Understudy), TER (Translation Edit Rate) та METEOR (Metric for Evaluation of Translation with Explicit ORdering) (Lavie & Agarwal, 2007).

Такі автоматизовані критерії оцінювання, що дають об'єктивну оцінку якості перекладу, часто використовуються для вивчення та вдосконалення технологій машинного перекладу. Проте важливо пам'ятати, що ці вимірювання мають певні обмеження й можуть неточно відображати всі тонкощі якості перекладу. Ретельне оцінювання якості перекладу все одно потребує людського контролю, оскільки може врахувати суб'єктивні аспекти якості перекладу, які не можуть бути повністю враховані автоматичними метриками.

А. Бірюков зазначає, що якість перекладу вимірюється певною кількістю помилок (Бірюков, 2004). Тому стаття аналізує адекватність машинного перекладу саме за кількістю та типологією помилок.

Аналізуючи переклад термінів у юридичних текстах, І. Р. Алкатері класифікував найпоширеніші помилки таким чином: (1) лексичні помилки, (2) синтаксичні помилки, (3) пропуски та (4) помилки, пов'язані з юридичним реєстром (Alkathery, 2023).

У дослідженні Р. Гак та ін. було виділено такі помилки: (1) помилка перестановки слів, (2) флексійна помилка, (3) часткова помилка, (4) неправильний лексичний вибір, (5) упущення терміну (Haque et al., 2019a).

3. РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ

На основі цих робіт та власного аналізу перекладу було створено підбірку найпоширеніших помилок при машинному перекладі спеціалізованих текстів, а саме – термінологічні, змістові, стилістичні, лексичні і граматичні помилки, які є найпоширенішими.

Для аналізу було використано навчальні матеріали з біології загальним обсягом 14008 знаків та їх переклад за допомогою систем машинного перекладу Google Translate (GT) та DeepL Translate (DT) обсягом 13530 знаків та 13735 знаків відповідно. Після аналізу оригіналу та перекладу було визначено кількість помилок, допущених при перекладі (див. Табл. 1):

Таблиця 1. Відсоткове співвідношення помилок у перекладі

Тип помилки	Відсоток від загальної кількості
Термінологічні помилки	60%

Змістові помилки	3%
Стилістичні помилки	3%
Лексичні помилки	20%
Граматичні помилки	14%

Термінологічна помилка перекладу – це помилка в перекладі спеціалізованих слів, жаргонізмів або лексики, що може призвести до незрозуміння або втрати сенсу в перекладеному тексті. В основному терміни більш загального вжитку були перекладені коректно обома СМП (див. Табл. 2):

Таблиця 2. Переклад термінів загального вжитку

Оригінал	ГТ	ДТ
Urinary System	Сечовидільна система	Сечовидільна система
Kidneys	Нирки	Нирки
Urethra	Уретра	Сечовід

У простих реченнях терміни також були передані правильно. Наприклад, речення *Blood arrives in an afferent arteriole and departs in an efferent arteriole* (LESSON 13, n.d.) перекладено ГТ як *Кров надходить у приносну артеріолу і відходить у виносну артеріолу* (ГТ Дод. 7), а системою ДТ як *Кров надходить в аферентну артеріолу і відтікає в еферентну артеріолу* (ДТ Дод. 7). Обидва варіанти є коректними та широковживаними.

Проте, коли менш вживані терміни є частинами складних речень, СМП спотворюють їх, тим самим впливаючи на зміст. Яскравим прикладом є речення *Renal blood vessels and the ureter draining the kidney pass through the hilus and branch within the renal sinus* (LESSON 13, n.d.). Система ГТ пропонує такий переклад: *Ниркові кровоносні судини та сечовід, що дренирує нирку, проходять через воротар і розгалужуються в межах ниркового синусу* (ГТ Дод. 4). Термін *hilus* (хілус / ниркові ворота) тут було перекладене як *воротар*, що хоч і віддалено передає сенс, є неправильним та спотворює сенс речення. Система ДТ пропонує такий варіант: *Ниркові кровоносні судини і сечовід, що дренирують нирку, проходять через чашечку і розгалужуються в нирковому синусі* (ДТ Дод. 4). У цьому випадку термін був перекладений як *чашечка*, що знову ж таки є неправильним варіантом та спотворює зміст.

Змістова помилка перекладу – це неточність у перекладі загального значення, повідомлення або інформації, представленої в контенті, що може призвести до втрати зв'язності в перекладеному тексті. Прикладом такої помилки є неточність формулювання у реченні *The podocyte feet are known as pedicels* (LESSON 13, n.d.). ГТ переклав його як *Ніжки подоцитів відомі як ніжки* (ГТ Дод. 6), а ДТ – як *Ніжки подоцитів відомі під назвою «ніжки»* (ДТ Дод. 6). Обидва варіанти є неправильними саме зі змістової точки зору, а не з термінологічної, оскільки термін *ніжки подоцитів* є широковживаним. Помилка спричинена тим, що в українській мові існує лише один термін для двох в англійській мові *podocyte feet* та *pedicels*, тому в такому випадку вдалим варіантом перекладу буде *Відростки подоцитів відомі як «ніжки»*. Також варто наголосити, що слово «ніжки» необхідно брати в лапки, як це зробила система ДТ, тому що саме так цей термін вживається у цьому контексті.

Стилістична помилка – це нездатність правильно передати відповідний стиль або естетичні особливості з тексту оригіналу в текст перекладу під час процесу передачі стилю тексту, що може призвести до невідповідності або відхилення від оригінального стилістичного ефекту.

Загалом обидві СМП вдало передають науковий стиль оригіналу, проте виникають труднощі при вживанні загальних слів, які можуть мати різні відтінки значення в контексті. Наприклад, *This arrangement prevents the jolts and shocks of day-to-day existence from disturbing normal kidney function* (LESSON 13, n.d.). Система ГТ переклала це речення як *Таке розташування запобігає поштовхам і потрясінням повсякденного існування від порушення нормальної функції нирок* (ГТ Дод. 3), а система ДТ як *Таке розташування запобігає поштовхам і струсам повсякденного існування, які порушують нормальну функцію нирок* (ДТ

Дод. 3). Такий дослівний переклад без урахування оригіналу в обох варіантах призводить до стилістичної помилки. В цьому випадку необхідно використати диференціацію значення для словосполучення *the jolts and shocks of day-to-day existence* та перекласти як *щоденні рутинні рухи людини*, аби переклад звучав таким чином: *Таке розташування запобігає порушенню нормальних функцій нирок, що може бути спричинено щоденними рутинними рухами людини*.

Лексична помилка – це неправильний переклад окремих слів або лексичних одиниць, що може призвести до невідповідного вибору слів і вплинути на загальний зміст і зрозумілість перекладеного тексту. Вони виникають у машинному перекладі через труднощі з точною передачею відтінків і багатозначності слів, а також через контекстну залежність вибору лексики, що може призвести до помилок у виборі відповідників для конкретних слів або словосполучень (Brglez & Vintar, 2022).

Прикладом є речення *The renal fascia anchors the kidney to surrounding structures* (LESSON 13, n.d.), у якому цікавим є остання частина речення, а саме *surrounding structures*. Система GT перекладає це словосполучення як *оточуючі структури* (GT Дод. 2), а система DT як *навколишні структури* (DT Дод. 2). Обидва варіанти не є цілком правильними, оскільки в контексті речення ця одиниця має значення *бічні поверхні хребта або спини*. Таким чином, без урахування контексту, обидві системи дослівно переклали словосполучення, що спотворило значення речення.

Ще одним прикладом є речення *Filtration produces an essentially protein-free solution, known as a filtrate, that is otherwise very similar to blood plasma* (LESSON 13, n.d.). Система GT дослівно переклала *an essentially protein-free solution* як *практично вільний від білка розчин* (GT Дод. 5). Таке формулювання є нетиповим для української мови у такому контексті, тому в результаті дещо спотворює значення. Система DT в цьому випадку впоралася краще, переклавши словосполучення як *практично безбілковий розчин* (DT Дод. 5).

Граматична помилка – це помилка перекладу, пов'язана з неправильним застосуванням граматичних правил, що призводить до граматично неправильних або незграбно сформованих фраз у мові перекладу. Вони можуть виникати в машинному перекладі як через складність виявлення та відтворення граматично правильних структур, так і через труднощі застосування граматичних правил у різних мовах і контекстах (Specia, 2014).

Прикладом граматичної помилки є речення, яке в тексті оригіналу слугує заголовком *Topography And Structure Of Urinary System Organs* (LESSON 13, n.d.). Обидві системи припустилися граматичних помилок при перекладі, запропонувавши такі результати: GT – *Рельєф та будова органи сечовидільної системи* (GT Дод. 1); DT – *Топографія і будова органи сечовидільної системи* (DT Дод. 1). У системи GT окрім граматичної помилки узгодження слів у реченні, виникла також помилка правильного написання слів *рельєф* та *сечовидільної*. Система DT також вдалася до спотворення змісту, помилившись в узгодженні слів у реченні.

4. ВИСНОВКИ І НАПРЯМИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На підставі проведеного аналізу нами виявило, що системи машинного перекладу мають труднощі при перекладі спеціалізованих текстів. Загалом, переклади систем машинного перекладу Google та DeepL виявилися рівноцінними, з незначними відмінностями у перекладі термінології, з чим Google Translate впорався дещо краще, та граматичних конструкцій, в яких ефективнішим був DeepL Translate.

Обидві системи часто виконують переклад дослівно без урахування контексту, що призводить до стилістичних помилок. Неправильний підбір слів впливає на загальний зміст і сприйняття тексту. Граматичні помилки призводять до неправильної побудови речень мовою перекладу.

Отже, результати дослідження показують: незважаючи на численні переваги машинного перекладу, він часто не може самостійно забезпечити надійний переклад спеціалізованих матеріалів, що робить людське редагування невід'ємною частиною процесу перекладу для забезпечення точних і контекстуально релевантних перекладів. Виявлені недоліки підкреслюють важливість подальшого розвитку технології машинного перекладу, передусім з

точки зору точності термінології та збереження контексту в спеціалізованих текстах.

Таким чином, перспектива майбутніх досліджень полягає в подальшому вдосконаленні технології машинного перекладу для задоволення потреб спеціалізованих дисциплін і забезпечення того, щоб переклади були не тільки точними, але й контекстуально релевантними та стилістично прийнятними. Для цього необхідне вдосконалення алгоритмів МП, відкриття нових метрик для оцінювання співпраці СМП та людей-перекладачів, а також багатомовні користувацькі дослідження у конкретних галузях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бірюков, А. (2004). Розробка методів оцінки якості машинного перекладу на основі результатів досліджень з оцінки якості перекладу традиційного. *Культура Народів Причорномор'я*, 55(1), 100–105. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/35771> (мова оригіналу – українська)
- Брай, А. Ю. (2023). Засоби для оцінки якості машинного перекладу. *Матеріали XV Міжнародної Студентської Науково-практичної Конференції, Людина як суб'єкт міжкультурної комунікації: сучасні тенденції у філології, перекладі та навчанні мов*, 84–87. (мова оригіналу – українська)
- Міщенко, А. Л. (2013). Машинний переклад у контексті сучасного науково-технічного перекладу. *Вісник Харківського Національного Університету Імені В. Н. Каразіна*, 1051(73), 172–180. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKKhIFL_2013_73_29 (мова оригіналу – українська)
- Чевдар, Д. М. (2018). Особливості машинного перекладу політичного дискурсу. *Науковий Вісник ПНПУ Ім. К. Д. Ушинського*, 27, 211–222. (мова оригіналу – українська)
- Alkathery, E. R. (2023). Google Translate Errors in Legal Texts: Machine Translation Quality Assessment. *Arab World English Journal for Translation & Literary Studies*, 7(1), 208–219. <https://doi.org/10.24093/awejtls/vol7no1.16> (мова оригіналу – англійська)
- Baroni, M. & Bernardini, S. (2005). A New Approach to the Study of Translationese: Machine-learning the Difference between Original and Translated Text. *Literary and Linguistic Computing*, 21(3), 259–274. <https://doi.org/10.1093/lc/fqi039> (мова оригіналу – англійська)
- Bojar, O., Graham, Y., Kamran, A., & Stanojević, M. (2016). Results of the WMT16 Metrics Shared Task. *Proceedings of the First Conference on Machine Translation*, 2, 199–231. <https://doi.org/10.18653/v1/w16-2302> (мова оригіналу – англійська)
- Brglez, M. & Vintar, Š. (2022). Lexical diversity in statistical and neural machine translation. *Information*, 13(2), 93. <https://doi.org/10.3390/info13020093> (мова оригіналу – англійська)
- Chatterjee, S. & Yadav, S. B. (2019). The origin of prebiotic information system in the Peptide/RNA world: a simulation model of the evolution of translation and the genetic code. *Life*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/life9010025> (мова оригіналу – англійська)
- Chu, C. & Wang, R. (2020). A survey of Domain adaptation for Machine Translation. *Journal of Information Processing*, 28(0), 413–426. <https://doi.org/10.2197/ipsjip.28.413> (мова оригіналу – англійська)
- Conneau, A., Kruszewski, G., Lample, G., Barrault, L., & Baroni, M. (2018). What you can cram into a single \$&!#* vector: Probing sentence embeddings for linguistic properties. *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 2126–2136. <https://doi.org/10.18653/v1/p18-1198> (мова оригіналу – англійська)
- Dinu, G., Mathur, P., Federico, M., & Al-Onaizan, Y. (2019). Training Neural Machine Translation to Apply Terminology Constraints. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://doi.org/10.18653/v1/p19-1294> (мова оригіналу – англійська)
- Haque, R., Hasanuzzaman, M., & Way, A. (2019). Investigating Terminology Translation in Statistical and Neural Machine Translation: A Case Study on English-to-Hindi and Hindi-to-English. *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP 2019)*. https://doi.org/10.26615/978-954-452-056-4_052 (мова оригіналу – англійська)
- Haque, R., Hasanuzzaman, M., & Way, A. (2019a). Terminology translation in Low-Resource scenarios. *Information*, 10(9), 273. <https://doi.org/10.3390/info10090273> (мова оригіналу – англійська)
- Justeson, J. S. & Katz, S. M. (1995). Technical terminology: some linguistic properties and an algorithm for identification in text. *Natural Language Engineering*, 1(1), 9–27. <https://doi.org/10.1017/s1351324900000048> (мова оригіналу – англійська)
- Lavie, A. & Agarwal, A. (2007). METEOR: An Automatic Metric for MT Evaluation with High Levels of Correlation with Human Judgments. *Proceedings of the Second Workshop on Statistical Machine Translation*, 228–231. <https://doi.org/10.3115/1626355.1626389> (мова оригіналу – англійська)
- LESSON 13: TOPOGRAPHY AND STRUCTURE OF URINARY SYSTEM ORGANS. (n.d.). Medmuv. https://medmuv.com/kafedra/internal/anatomy/classes_stud/en/nurse/1/bsn/ptn/1/13.%20TOPOGRAPHY%20AND%20STRUCTURE%20OF%20URINARY%20SYSTEM%20ORGANS.htm (мова оригіналу – англійська)
- Och, F. J. (2003). Minimum error rate training in statistical machine translation. *Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, 1, 160–167. <https://doi.org/10.3115/1075096.1075117> (мова оригіналу – англійська)

- Specia, L. (2014). Statistical machine translation. In *IGI Global eBooks* (pp. 897–931). <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-6042-7.ch043> (мова оригіналу – англійська)
- Specia, L., Scarton, C., & Paetzold, G. H. (2018). Quality estimation for machine translation. In *Synthesis lectures on human language technologies*. Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02168-8> (мова оригіналу – англійська)
- Xu, J., Crego, J. M., & S enellart, J. (2020). Boosting Neural Machine Translation with Similar Translations. *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.144> (мова оригіналу – англійська)

REFERENCES

- Alkathery, E. R. (2023). Google Translate Errors in Legal Texts: Machine Translation Quality Assessment. *Arab World English Journal for Translation & Literary Studies*, 7(1), 208–219. <https://doi.org/10.24093/awejtls/vol7no1.16> [in English]
- Baroni, M. & Bernardini, S. (2005). A New Approach to the Study of Translationese: Machine-learning the Difference between Original and Translated Text. *Literary and Linguistic Computing*, 21(3), 259–274. <https://doi.org/10.1093/litc/fqi039> [in English]
- Biriukov, A. (2004). Rozrobka metodiv otsinky yakosti mashynnoho perekladu na osnovi resultativ doslidgen z otsinky yakosti perekladu tradytsiinoho. *Kultura Narodov Prichernomoria*, 55(1), 100–105. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/35771> [in Ukrainian]
- Bojar, O., Graham, Y., Kamran, A., & Stanojević, M. (2016). Results of the WMT16 Metrics Shared Task. *Proceedings of the First Conference on Machine Translation*, 2, 199–231. <https://doi.org/10.18653/v1/w16-2302> [in English]
- Brai, A. Y. (2023). Zasoby dlia otsinky yakosti mashynnoho perekladu. *Materialy XV Mizhnarodnoi Studentskoi Naukovo-praktychnoi Konferentsii, Liudyna yak subiekt mizhkulturnoi komunikatsii: suchasni tendentsii u filolohii, perekladi, ta navchanni mov*, 84–87. [in Ukrainian]
- Brglez, M. & Vintar, Š. (2022). Lexical diversity in statistical and neural machine translation. *Information*, 13(2), 93. <https://doi.org/10.3390/info13020093> [in English]
- Chatterjee, S. & Yadav, S. B. (2019). The origin of prebiotic information system in the Peptide/RNA world: a simulation model of the evolution of translation and the genetic code. *Life*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/life9010025> [in English]
- Chevdar, D. M. (2018). Osoblyvosti mashynnoho perekladu politychnoho dyskursu. *Naukovyi Visnyk PNPu im. K. U. Ushynskoho*, 27, 211–222. [in Ukrainian]
- Chu, C. & Wang, R. (2020). A survey of Domain adaptation for Machine Translation. *Journal of Information Processing*, 28(0), 413–426. <https://doi.org/10.2197/ipsjip.28.413> [in English]
- Conneau, A., Kruszewski, G., Lample, G., Barrault, L., & Baroni, M. (2018). What you can cram into a single \$&!#* vector: Probing sentence embeddings for linguistic properties. *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 2126–2136. <https://doi.org/10.18653/v1/p18-1198> [in English]
- Dinu, G., Mathur, P., Federico, M., & Al-Onaizan, Y. (2019). Training Neural Machine Translation to Apply Terminology Constraints. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://doi.org/10.18653/v1/p19-1294> [in English]
- Haque, R., Hasanuzzaman, M., & Way, A. (2019). Investigating Terminology Translation in Statistical and Neural Machine Translation: A Case Study on English-to-Hindi and Hindi-to-English. *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP 2019)*. https://doi.org/10.26615/978-954-452-056-4_052 [in English]
- Haque, R., Hasanuzzaman, M., & Way, A. (2019a). Terminology translation in Low-Resource scenarios. *Information*, 10(9), 273. <https://doi.org/10.3390/info10090273> [in English]
- Justeson, J. S. & Katz, S. M. (1995). Technical terminology: some linguistic properties and an algorithm for identification in text. *Natural Language Engineering*, 1(1), 9–27. <https://doi.org/10.1017/s1351324900000048> [in English]
- Lavie, A. & Agarwal, A. (2007). METEOR: An Automatic Metric for MT Evaluation with High Levels of Correlation with Human Judgments. *Proceedings of the Second Workshop on Statistical Machine Translation*, 228–231. <https://doi.org/10.3115/1626355.1626389> [in English]
- LESSON 13: TOPOGRAPHY AND STRUCTURE OF URINARY SYSTEM ORGANS. (n.d.). Medmuv. https://medmuv.com/kafedra/internal/anatomy/classes_stud/en/nurse/1/bsn/ptn/1/13.%20TOPOGRAPHY%20AND%20STRUCTURE%20OF%20URINARY%20SYSTEM%20ORGANS.htm [in English]
- Miscchenko, A. L. (2013). Mashynnyi pereklad u konteksti suchasnoho naukovo-tekhnichnoho perekladu. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Universytetu Imeni V. N. Karazina*, 1051(73), 172–180. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKKhIFL_2013_73_29 [in Ukrainian]
- Och, F. J. (2003). Minimum error rate training in statistical machine translation. *Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, 1, 160–167. <https://doi.org/10.3115/1075096.1075117> [in English]
- Specia, L. (2014). Statistical machine translation. In *IGI Global eBooks* (pp. 897–931). <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-6042-7.ch043> [in English]
- Specia, L., Scarton, C., & Paetzold, G. H. (2018). Quality estimation for machine translation. In *Synthesis lectures on*

human language technologies. Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02168-8> [in English]

Xu, J., Crego, J. M., & Sénellart, J. (2020). Boosting Neural Machine Translation with Similar Translations. *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.144> [in English]

Artur Gudmanian, Anatolii Myshko, Anastasiia Brai. Evaluation of the Adequacy of Written Specialized Texts Machine Translation. Machine translation has become critical for overcoming language differences in the age of global communication, especially in specialized fields. This article discusses the complex process of evaluating the adequacy of machine translation for written specialized literature. The study analyzes the mistakes made by Google Translate (GT) and DeepL Translate (DT) when translating biology textbooks.

The paper emphasizes that specialized texts require not only terminological accuracy but also context preservation, which makes machine translation in this field extremely challenging. Several evaluation approaches have been considered in previous work, emphasizing the need for human editing alongside machine translation systems. Machine translation errors, ranging from terminological and semantic mistakes to stylistic and grammatical errors, emphasize the importance of thorough post-editing.

The results of the study showed that despite the correct translation of commonly used terminology, its use in complex sentences caused difficulties. Both systems often failed to recognize details, leading to distorted interpretations. Stylistic mistakes, such as word-for-word translation disregarding context, further weakened the translated sentences. The translation was also accompanied by grammatical errors that demonstrate the complexity of syntactic structures in specialized topics.

The study revealed minimal differences between GT and DT, with GT translating terminology better and DT demonstrating more efficient grammatical structures. However, both systems used word-for-word translation, which resulted in stylistic errors and inaccurate word choice. This paper emphasizes the need for human editing to ensure the correct translation of specialized materials, as well as the need for continuous improvement of machine translation technology to ensure the accuracy of terminology and preserve context in specialized texts.

Keywords: machine translation; specialized texts; evaluation methods; terminological errors; semantic errors; stylistic errors; lexical errors; grammatical errors; human editing.

ДОДАТКИ

Додатки Google Translate

GT Додаток 1

The screenshot shows the Google Translate interface. At the top, there are navigation icons and the text "Google Перекладач". Below that, there are tabs for "Текст", "Зображення", "Документи", and "Веб-сайти". The main area is split into two columns. The left column shows the source text in English: "TOPOGRAPHY AND STRUCTURE OF URINARY SYSTEM ORGANS" and "ORGANIZATION OF THE URINARY SYSTEM". The right column shows the translated text in Ukrainian: "РЕЛЕФ ТА БУДОВА ОРГАНИ СЕЧОВІДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ" and "ОРГАНІЗАЦІЯ СЕЧОВІДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ". The text in the right column is a direct translation of the text in the left column, including the same structure and content.

GT Додаток 2




1. The renal capsule is a layer of collagen fibers that covers the outer surface of the entire organ. This layer is also known as the fibrous tunic of the kidney.
2. The adipose capsule, a layer of adipose tissue, surrounds the renal capsule. This layer can be quite thick, and on dissection it generally obscures the outline of the kidney.
3. The renal fascia is a dense outer layer. Collagen fibers extend outward from the renal capsule through the adipose capsule to this layer. The renal fascia anchors the kidney to surrounding structures. Posteriorly, the renal fascia fuses with the deep fascia surrounding the muscles of the body wall. Anteriorly, the renal fascia forms a thick fibrous layer that fuses with the peritoneum.
- 4.

вісцеральними органами та (3) підтримуючою сполучною тканиною. Кожна нирка захищена та стабілізована трьома концентричними шарами сполучної тканини (Малюнок 26-1с):

1. Капсула нирки – це шар колагенових волокон, який покриває зовнішню поверхню всього органу. Цей шар також відомий як фіброзна оболонка нирки.
2. Жирова капсула, шар жирової тканини, оточує ниркову капсулу. Цей шар може бути досить товстим, і при розтині він зазвичай приховує контури нирки.
3. Ниркова фасція являє собою щільний зовнішній шар. Колагенові волокна простягаються назовні від ниркової капсули через жирову капсулу до цього шару. Ниркова фасція прикріплює нирку до оточуючих структур. Ззаду ниркова фасція зливається з

GT Додаток 3




outward from the renal capsule through the adipose capsule to this layer. The renal fascia anchors the kidney to surrounding structures. Posteriorly, the renal fascia fuses with the deep fascia surrounding the muscles of the body wall. Anteriorly, the renal fascia forms a thick fibrous layer that fuses with the peritoneum.

4.

In effect, each kidney hangs suspended by collagen fibers from the renal fascia and packed in a soft cushion of adipose tissue. This arrangement prevents the jolts and shocks of day-to-day existence from disturbing normal kidney function. If the suspensory fibers break or become detached, a slight bump or jar may displace the kidney and stress the attached vessels and ureter. This condition, called a floating kidney, can be especially dangerous, because the ureters or renal blood vessels may become twisted or kinked during movement.

Superficial Anatomy of the Kidneys

Each reddish brown kidney has the shape of a kidney bean. A typical adult kidney (Figures 26-2a, b and 26-3) is about 10 cm (4 in.) in length, 5.5 cm (2.2 in.) in width, and 3 cm (1.2 in.) in thickness. Each kidney weighs about 150 g (5.25 oz). The hilus, a prominent medial indentation, is the point of entry for the renal artery and renal nerves

Цей шар може бути досить товстим, і при розтині він зазвичай приховує контури нирки.

3. Ниркова фасція являє собою щільний зовнішній шар. Колагенові волокна простягаються назовні від ниркової капсули через жирову капсулу до цього шару. Ниркова фасція прикріплює нирку до оточуючих структур. Ззаду ниркова фасція зливається з глибокою фасцією, що оточує м'язи стінки тіла. Спереду ниркова фасція утворює товстий фіброзний шар, який зростається з очеревиною.

4.

По суті, кожна нирка звисає на колагенових волокнах з ниркової фасції та упакована в м'яку подушку з жирової тканини. Таке розташування запобігає поштовхам і потрясінням повсякденного існування від порушення нормальної функції нирок. Якщо суспензорні волокна розриваються або від'єднуються, невеликий горб або баночка можуть змістити нирку та напружити прикріплені судини та сечовід. Цей стан, який називають плаваючою ниркою, може бути особливо небезпечним, оскільки сечоводи або ниркові кровоносні судини можуть перекинутися або перегинатися під час руху.

GT Додаток 4




Sectional Anatomy of the Kidneys

The fibrous renal capsule has inner and outer layers. In sectional view (Figure 26-3a), the inner layer folds inward at the hilus and lines an internal cavity, the renal sinus. Renal blood vessels and the ureter draining the kidney pass through the hilus and branch within the renal sinus. A thickened, outer layer of the capsule extends across the hilus and stabilizes the position of these structures.

The renal cortex is the outer layer of the kidney in contact with the capsule. The cortex is reddish brown and granular in texture. The renal medulla consists of 6 to 18 distinct conical or triangular structures called renal pyramids. The base of each pyramid faces the cortex, and the tip of each pyramid, a region known as the renal papilla, projects into the renal sinus. Each pyramid has a series of fine grooves that converge at the papilla. Adjacent renal pyramids are separated by

Кожна червонувато-коричнева нирка має форму квасолі. Типова доросла нирка (рис. 26-2a, b і 26-3) має приблизно 10 см (4 дюйми) у довжину, 5,5 см (2,2 дюйми) у ширину та 3 см (1,2 дюйми) у товщину. Кожна нирка важить приблизно 150 г (5,25 унції). Верхівка, помітне медіальне поглиблення, є місцем входу ниркової артерії та ниркових нервів і місцем виходу ниркової вени та сечоводу.

Розділова анатомія нирок

Фіброзна ниркова капсула має внутрішній і зовнішній шари. У розрізі (Рис. 26-3a) внутрішній шар згинається всередину біля воріт і вистилає внутрішню порожнину, нирковий синус. Ниркові кровоносні судини та сечовід, що дренує нирку, проходять через воротар і розгалужуються в межах ниркового синусу.

Потовщений зовнішній шар капсули тягнеться через гілус і стабілізує положення цих структур.

GT Додаток 5

Google Перекладач



each renal lobe. There are roughly 1.25 million nephrons in each kidney, with a combined length of about 145 km (85 miles).

The Nephron

Each nephron consists of a renal corpuscle and a renal tubule roughly 50 mm long. The renal tubule begins at the renal corpuscle, a cup-shaped chamber (Figure 26-4). The renal corpuscle is approximately 200 μm (0.2 mm) in diameter. It contains a capillary network called the glomerulus (plural, glomeruli), which consists of about 50 intertwining capillaries. Blood arrives at the glomerulus via the afferent arteriole and departs in the efferent arteriole. Filtration occurs in the renal corpuscle as blood pressure forces fluid and dissolved solutes out of the glomerular capillaries and into the capsular space. Filtration produces an essentially protein-free solution, known as a filtrate, that is otherwise very similar to blood plasma.

From the renal corpuscle, the filtrate enters a long tubular passageway. The renal tubule has two convoluted (coiled or twisted) segments—the proximal convoluted tubule (PCT) and the distal convoluted tubule

нефронами, у корі кожної ниркової частки. У кожній нирці є приблизно 1,25 мільйона нефронів, загальна довжина яких становить приблизно 145 км (85 миль).

Нефрон

Кожен нефрон складається з ниркового тільця і ниркового каналця довжиною приблизно 50 мм. Нирковий каналець починається від ниркового тільця, чашоподібної камери (рис. 26-4). Діаметр ниркового тільця становить приблизно 200 мкм (0,2 мм). Він містить капілярну мережу, яка називається клубочком (множина, клубочки), яка складається з приблизно 50 переплетених капілярів. Кров надходить до клубочка по приносній артеріолі і відходить у виносній артеріолі. Фільтрація відбувається в ниркових тільцях, коли тиск крові витісняє рідину та розчинені речовини з клубочкових капілярів у капсульний простір. Під час фільтрації утворюється практично вільний від білка розчин, відомий як фільтрат, який за іншим дуже схожий на плазму крові.

GT Додаток 6

Google Перекладач



Bowman'S Capsule

The glomerulus projects into Bowman's capsule much as the heart projects into the pericardial cavity (Figure 26-5c). The outer wall of the capsule is lined by a simple squamous parietal epithelium (capsular epithelium). This layer is continuous with the visceral epithelium (glomerular epithelium) that covers the glomerular capillaries. The visceral epithelium consists of large cells with complex processes, or "feet," that wrap around the lamina densa, the specialized basement membrane of the glomerular capillaries (Figure 26-5c, e). These unusual cells are called podocytes (podos, foot + -cyte, cell). The podocyte feet are known as pedicels. Materials passing out of the blood at the glomerulus must be small enough to pass betw

Тепер ми розглянемо будову кожного сегмента типового нефрону.

Нирковий корпускул

Діаметр ниркового тільця (рис. 26-5a,b,c) становить у середньому 150-250 мкм. Він включає (1) капілярну мережу клубочків і (2) область, відому як капсула Боумена. З'єднана з початковим сегментом ниркового каналця, капсула Боумена утворює зовнішню стінку ниркового тільця і покриває клубочкові капіляри.

Капсула Боумена

Клубочок виступає в капсулу Боумена так само, як серце виступає в порожнину перикарда (рис. 26-5c). Зовнішня стінка капсули вистелена простим плоским пристінковим епітелієм (капсульним епітелієм). Цей шар є безперервним з вісцеральним епітелієм (гломерулярним епітелієм), який покриває клубочкові капіляри. Вісцеральний епітелій складається з великих клітин зі складними відростками, або «ніжками», які огинають lamina densa, спеціалізовану базальну мембрану клубочкових капілярів (рис. 26-5c, e). Ці незвичайні клітини називають подоцитами (podos, foot + -cyte, cell). Ніжки подоцитів відомі як ніжки. Матеріали, що виходять із крові через клубочок, мають бути достатньо малими, щоб проходити між ними

GT Додаток 7

Google Перекладач



Текст Зображення Документи Веб-сайти

Визначити мову люксембурзька українська англійська

люксембурзька українська англійська

een the narrow gaps, or filtration slits, between adjacent pedicels. These slits are small enough to prevent the loss of all but the smallest plasma proteins.

The capsular space separates the visceral and parietal epithelia (Figures 26-4, and 26-5b,c). The connection between the two epithelial layers lies at the vascular pole of the renal corpuscle. At the vascular pole, blood flows into and out of the glomerular capillaries. Blood arrives in an afferent arteriole and departs in an efferent arteriole.
The Glomerular Capillaries

єєп вузькі проміжки, або фільтраційні щілини, між сусідніми квітконіжками. Ці щілини достатньо малі, щоб запобігти втраті всіх білків плазми, крім найменших.

Капсульний простір розділяє вісцеральний і парієтальний епітелій (рис. 26-4 і 26-5b, c). З'єднання між двома епітеліальними шарами знаходиться на судинному полюсі ниркового тільця. На судинному полюсі кров тече в клубочкові капіляри та витікає з них. Кров надходить у приносну артеріолу і відходить у виносну артеріолу.

Додатки DeepL Translate

DT Додаток 1

The screenshot shows the DeepL Translator interface. The source text is "TOPOGRAPHY AND STRUCTURE OF URINARY SYSTEM ORGANS" in English. The target language is set to Ukrainian. The translated text is "ТОПОГРАФІЯ І БУДОВА ОРГАНІ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ". The interface includes navigation buttons like "Translate text", "Translate files", and "DeepL Write".

DT Додаток 2

The screenshot shows the DeepL Translator interface. The source text describes the position of the kidneys and the layers of the renal capsule. The translated text in Ukrainian describes the location of the kidneys in the abdominal cavity and the layers of the renal capsule, including the renal capsule, adipose capsule, and renal fascia.

DT Додаток 3

The screenshot shows the DeepL Translator interface. The source text discusses the stabilization of the kidney by connective tissue layers and the role of the renal fascia. The translated text in Ukrainian explains how the kidney is suspended and stabilized by collagen fibers and the renal fascia, and how this arrangement prevents jolts and shocks.

DT Додаток 4

The screenshot shows the DeepL Translator interface. The source text describes the anatomy of the kidney, including its shape, size, and the hilus. The translated text in Ukrainian provides a detailed description of the kidney's anatomy, including the hilus, renal sinus, and the relationship between the renal vessels and the ureter.

DT Додаток 5

DeepL Translator | DeepL Pro | For Business | Why DeepL? | API | Apps | Start free trial | anastasiabray04@gmail.com

Translate text (31 languages) | Translate files (.pdf, .docx, .pptx) | DeepL Write (AI-powered edits)

English (detected) | Ukrainian

The Nephron
 Each nephron consists of a renal corpuscle and a renal tubule roughly 50 mm long. The renal tubule begins at the renal corpuscle, a cup-shaped chamber (Figure 26-4). The renal corpuscle is approximately 200 μm (0.2 mm) in diameter. It contains a capillary network called the glomerulus (plural, glomeruli), which consists of about 50 intertwining capillaries. Blood arrives at the glomerulus via the afferent arteriole and departs in the efferent arteriole. Filtration occurs in the renal corpuscle as blood pressure forces fluid and dissolved solutes out of the glomerular capillaries and into the capsular space. Filtration produces an essentially protein-free solution, known as a filtrate, that is otherwise very similar to blood plasma.

Нефрон
 Кожен нефрон складається з ниркового тільця і ниркового каналця довжиною приблизно 50 мм. Нирковий каналець починається від ниркового тільця - чашоподібної камери (Рис. 26-4). Ниркове тільце має діаметр приблизно 200 мкм (0,2 мм). Воно містить капілярну мережу, яка називається клубочком (множина, гломерули), що складається з близько 50 капілярів, які переплітаються між собою. Кров надходить до клубочка по аферентній артеріолі, а відтікає по еферентній артеріолі. У нирковому тільці відбувається фільтрація, коли кров'яний тиск витісняє рідину і розчинені в ній речовини з капілярів клубочків у капсулярний простір. В результаті фільтрації утворюється практично безбілковий розчин, відомий як фільтрат, який в інших відношеннях дуже схожий на плазму крові.

DT Додаток 6

DeepL Translator | DeepL Pro | For Business | Why DeepL? | API | Apps | Start free trial | anastasiabray04@gmail.com

English (detected) | Ukrainian

Bowman'S Capsule
 The glomerulus projects into Bowman's capsule much as the heart projects into the pericardial cavity (Figure 26-5c). The outer wall of the capsule is lined by a simple squamous parietal epithelium (capsular epithelium). This layer is continuous with the visceral epithelium (glomerular epithelium) that covers the glomerular capillaries. The visceral epithelium consists of large cells with complex processes, or "feet," that wrap around the lamina densa, the specialized basement membrane of the glomerular capillaries (Figure 26-5c, e). These unusual cells are called podocytes (podos, foot + -cyte, cell). The podocyte feet are known as pedicels. Materials passing out of the blood at the glomerulus must be small enough to pass between the narrow gaps, or filtration slits, between adjacent pedicels. These slits are small enough to prevent the loss of all but the smallest plasma proteins.

Капсула Боумена
 Клубочок виступає в капсулу Боумена так само, як серце виступає в порожнину перикарда (Рис. 26-5c). Зовнішня стінка капсули вистелена простим плоским тім'яним епітелієм (капсулярний епітелій). Цей шар є суцільним з вісцеральним епітелієм (гломерулярним епітелієм), який покриває капіляри клубочків. Вісцеральний епітелій складається з великих клітин зі складними відростками, або "ніжками", які обертаються навколо lamina densa, спеціалізованої основної мембрани гломерулярних капілярів (Рис. 26-5c, e). Ці незвичайні клітини називаються подоцитами (podos - ніжка + -cyte - клітина). Ніжки подоцитів відомі під назвою "ніжки". Речовини, що виводяться з крові в клубочку, повинні бути достатньо малими, щоб пройти між вузькими проміжками, або фільтраційними щілинами, між сусідніми ніжками. Ці щілини досить малі, щоб запобігти втраті всіх білків плазми, окрім найдрібніших.

DT Додаток 7

DeepL Translator | DeepL Pro | For Business | Why DeepL? | API | Apps | Start free trial | anastasiabray04@gmail.com

The capsular space separates the visceral and parietal epithelia (Figures 26-4 and 26-5b,c). The connection between the two epithelial layers lies at the vascular pole of the renal corpuscle. At the vascular pole, blood flows into and out of the glomerular capillaries. Blood arrives in an afferent arteriole and departs in an efferent arteriole.

The Glomerular Capillaries
 The glomerular capillaries (Figure 26-5c) are fenestrated capillaries whose endothelium contains large-diameter pores. The openings are small enough to prevent the passage of blood cells but too large to restrict the diffusion of dissolved or suspended compounds, even those the size of plasma proteins. The endothelial cells lining the capillaries are surrounded by the lamina densa (Figure 26-5e). During filtration, the lamina densa restricts the passage of large plasma

Капсульний простір розділяє вісцеральний і парієтальний епітелії (рис. 26-4 і 26-5b,c). З'єднання між цими двома епітеліальними шарами знаходиться на судинному полюсі ниркового тільця. На судинному полюсі кров надходить до клубочкових капілярів і відтікає від них. Кров надходить в аферентну артеріолу і відтікає в еферентну артеріолу.

Капіляри клубочків
 Капіляри клубочків (рис. 26-5b) - це фенестровані капіляри, ендотелій яких містить пори великого діаметру. Отвори досить малі, щоб запобігти проходженню клітин крові, але занадто великі, щоб обмежити дифузію розчинених або зважених сполук, навіть тих, що мають розмір білків плазми крові.