

УДК 550.424.6:550.47:502.5(26)

В. М. СМІРНОВ, С. М. СМІРНОВА

м. Миколаїв

ПРОСТОРОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Наведено результати використання сучасних ГІС-технологій для створення цифрових картографічних моделей забруднення донних відкладень важкими металами з метою визначення їх екологічної якості на прикладі Бузького лиману. Втілено ГІС-орієнтований системний підхід до відображення та аналізу стану забруднення донних відкладень Бузького лиману під час побудови тематичних карт. Виявлено техногенно-аномальні зони підвищеного вмісту важких металів (Zn, Ni, Mn, Pb, Cu) в донних відкладеннях приурочені до зон впливу промислових підприємств.

Ключові слова: геоінформаційна система, донні відкладення, техногенно-аномальні зони, забруднення води, ґрунту.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення належного екологічного стану водно-ресурсного потенціалу є актуальною для всіх регіонів України. В районах розміщення великих промислових і сільськогосподарських комплексів відбувається накопичення продуктів техногенної діяльності, зокрема, важких металів (ВМ) в компонентах водних екосистем: донних відкладеннях (ДВ), гідробіонтах, водній товщі [1].

В умовах зростання техногенного тиску виникає необхідність комплексного підходу до вивчення закономірностей розподілу забруднювачів в водних екосистемах. Найбільш інформативним об'єктом при вивченні водних екосистем є ДВ, які акумулюють забруднювачі впродовж тривалого періоду. ДВ є індикатором екологічного стану екосистеми, своєрідним інтегральним показником рівня забрудненості водойми [2].

Геолого-екологічні дослідження Бузького лиману з використанням ГІС-технологій дозволяють виявити джерела забруднення і межі забруднених ділянок геологічного середовища, прогнозувати зміни середовища для розробки необхідних природоохоронних заходів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні дослідження просторового розподілу ВМ в ДВ представлені фрагментарно і часто носять прикладний характер.

Серед праць, які присвячені практичним аспектам дослідження просторового розподілу ВМ в ДВ виділяються публікації Наседкіна Є. І., Смирнова В. Н., Сафранова Т. А., Собоєвича Е. В., Саєта Ю. Є. [1–5].

Картографічна основа даного дослідження ґрунтується на роботах провідних вітчизняних та зарубіжних учених: Андросова Н. К., Jones С., Островського В. Н. [6–8].

Постановка завдання. полягає у дослідженні особливостей просторового розподілу забруднення донних відкладів Бузького лиману важкими металами

Матеріали та методи досліджень. Основою для аналітичних і експериментальних робіт є матеріали опробування донних відкладів, отримані авторами протягом 2006–2010 рр.

Стратегія опробування донних відкладів базується на наступних принципах:

- розташування точок пробовідбірання безпосередньо в межах зон впливу джерел забруднення внаслідок прямого скидання забруднюючих речовин в акваторію лиману і поверхневого змиву атмосферними опадами (зливові водовипуски) (рис. 1);
- максимального наближення мережі опробування до регулярної з кроком опробування 1–3 км згідно «Вимог до еколого-геологічних досліджень масштабу 1:50 000 – 1:25 000» (ВСЕГІНГЕО, 1990);
- застосування пробовідбірної обладнання (батометр, ковшовий дночерпач з площею захоплення 1/40 м²) згідно ГОСТ Р 51592–2000;
- використання в якості критеріїв оцінки ступеня забруднення донних відкладів еколого-геохімічних і санітарно-гігієнічних показників: коефіцієнт концентрації (К_с), коефіцієнт небезпеки (К_н), сумований коефіцієнт забруднення ДВ (Z_с).
- графічна інтерпретація просторового розподілу забруднення ДВ важкими металами.

Згідно розробленої програми опробування було відібрано 35 проб ДВ. Важкі метали (Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Mn, Fe) в донних відкладах Бузького лиману визначали методом атомної абсорбційної спектрофотометрії на ААС-115М1.

У даній роботі автори використовували програму Spatial Analyst ArcGIS 9.2 для графічної інтерпретації просторового розподілу забруднення донних відкладень важкими металами.

Результати дослідження та їх обговорення. Забруднення ДВ важкими металами змінюється в широкому діапазоні – в межах 4-х порядків (табл. 1). За середнім значенням коефіцієнта небезпеки для металів 1 і 2 класів небезпеки ДВ Бузького лиману відносяться до «небезпечної» і «надзвичайно небезпечною» категорій забруднення. За сумованим показником забруднення – до «помірно небезпечного» ступеня забруднення. Характер просторового розподілу ВМ свідчить про наявність ряду техногенних аномалій, локалізованих в районі розташування промислових об'єктів.

Таблиця 1
Діапазон забруднення донних відкладів Бузького лиману важкими металами

Показник	Вміст, мг×кг ⁻¹	К _о
Zn	<u>9,38–4415</u> 294	<u>0,17–80,3</u> 5,34
Pb	<u>0,1–407</u> 68,6	<u>0,003–12,7</u> 2,14
Ni	<u>7,44–1368</u> 95,75	<u>0,37–68,4</u> 4,8
Cu	<u>9,22–1115</u> 169	<u>0,28–33,8</u> 5,12
Cr	<u>0,006–458</u> 56,7	<u>0,00006–4,6</u> 0,57
Mn	<u>131–10510</u> 2651	<u>0,09–7</u> 1,77
Fe	<u>59,15–230000</u> 25904	не нормується
Z _c	<u>1,0–160</u> 27,8	

Примітки: над рисою – граничні значення, під рисою – середнє арифметичне для 35 проб

Серед елементів 1 класу небезпеки в даній роботі вивчалися цинк і плюмбум.

Цинк. В ДВ лиману виділяються дві техногенні аномалії забруднення сполуками ци-

нку, найбільша з них приурочена до водовипусків заводу ТОВ «Завод Океан» (ЗО), де концентрації перевищують 4000 мг×кг⁻¹ (31,5 ГДК). Аномалія забруднення в межах 5–10 ГДК, значна частина якої приурочена до цього ж заводу, займає площу близько 5 км², в тому числі близько 1 км² – в районі Миколаївського морського торговельного порту (ММТП). Забруднення ДВ в межах 3–5 ГДК у верхній і середній частинах лиману пов'язано з проведенням робіт щодо очищення фарватеру і накопичення в цих місцях продуктів витяг. Верхня частина Бузького лиману від Варварівського мосту до створу Козирка-Галіцинове, за винятком ділянки від с. Велика Корениха до с. Мала Корениха, характеризується підвищеним (1–3 ГДК) вмістом сполук цинку в ДВ. В нижній частині лиману вміст Zn в ДВ не перевищує 140 мг×кг⁻¹ (рис. 1, а).

Плюмбум. Найвищі рівні забруднення ДВ сполуками плюмбуму (більше 3 ГДК) знайдено в районі ММТП і Чорноморського суднобудівного заводу (ЧСЗ). Особливо виділяється аномалія підвищеного вмісту сполук плюмбуму в межах до 2–3 ГДК площею близько 2 км², що приурочена до цього ж району. Забруднення ДВ плюмбумом в межах 1–2 ГДК знайдено в верхній частині лиману в районі впадання р. Інгул, міського звалища (с. Велика Корениха), на ділянці між с. Мала Корениха та с. Радсад, поблизу ММТП, зливових випусків, в зоні впливу ЗО і стоків міських очисних споруд (с. Галіцинове). Основна частина ДВ лиману (78 % акваторії) не забруднена плюмбумом (рис. 1, б).

Серед елементів 2 класу небезпеки розглядали нікол, купрум і хром.

Нікол. Аномалії забруднення сполуками ніколу приурочені до зони впливу ММТП (до 40 ГДК площею 2,5 км²); ЧСЗ та міських зливових водовипусків, а також накопиченням мулу внаслідок днопоглиблювальних робіт в районі маяка Сіверс (5–10 ГДК площею до 4 км²); міського звалища в районі с. Велика Корениха (3–5 ГДК площею більше 9 км²). ДВ основної частини акваторії (близько 60%) забруднені в межах 1–3 ГДК. Площа незабрудненої акваторії становить близько 30% (рис. 1, в).

Купрум. Аномалії забруднення ДВ купрумом приурочені до зон впливу суднобудівних

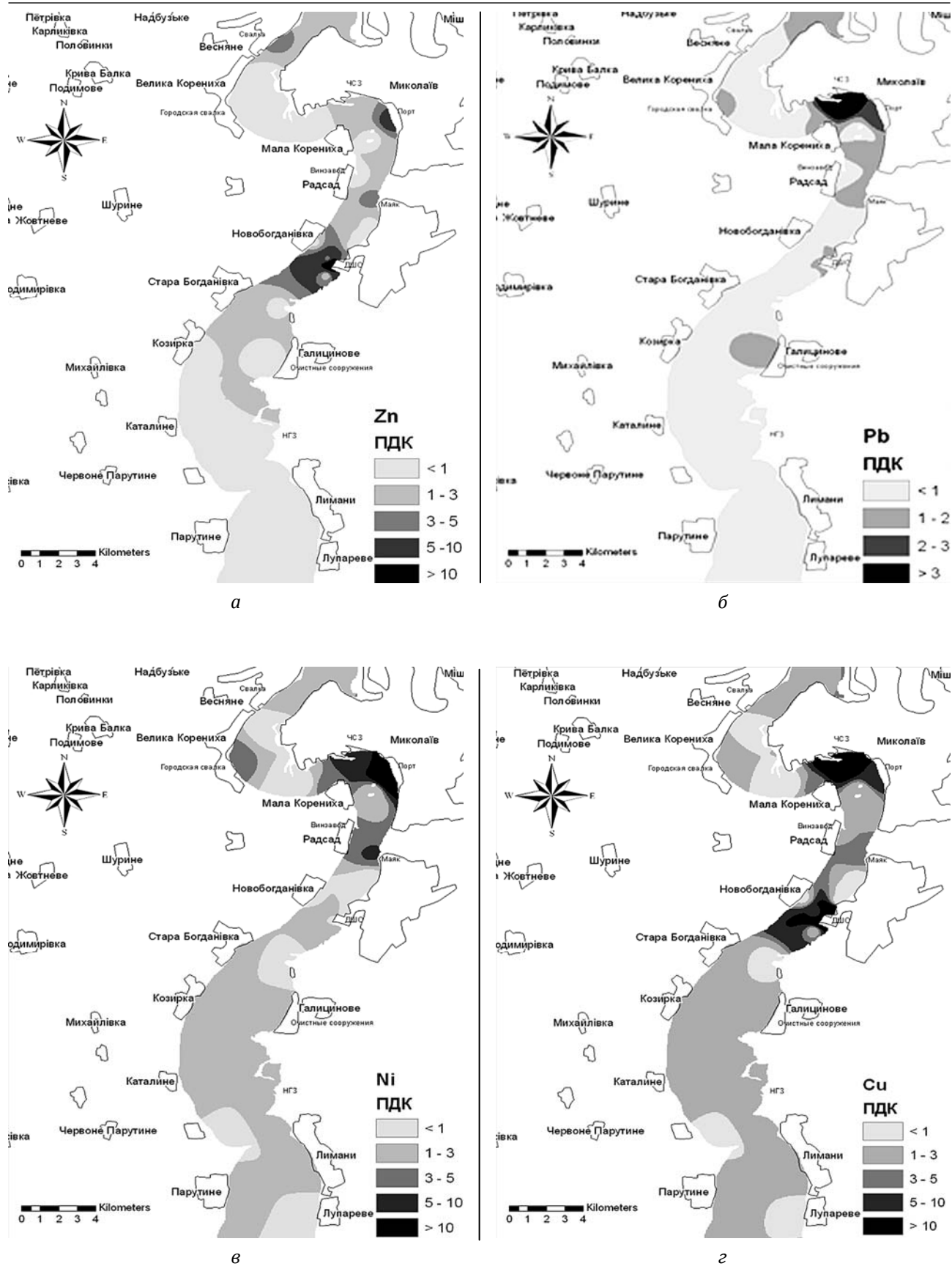


Рис. 1. Просторова інтерполяція коефіцієнта небезпеки забруднення донних відкладень Бузького лиману сполуками: цинку, пльумбумую, ніколу, купруму

заводів 30, ЧСЗ та ММТП. Поблизу цих об'єктів концентрації купрума досягають $1 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ (до 30 ГДК). Більша частина ДВ акваторії (70%) забруднена сполуками купруму на рівні 1–3 ГДК (рис. 1, з).

Хром. Основна частина ДВ акваторії Бузького лиману (до 95%) не забруднена хромом. Забруднені ділянки приурочені до зони впливу суднобудівних заводів ЧСЗ, ММТП (до 2–3 ГДК) (рис. 2, а), 30 (до 7 ГДК).

Манган відноситься до забруднювачів 3 класу небезпеки. Аномалії забруднення ДВ більше 5 ГДК знайдені у верхній частині лиману (місце впадання р. Інгул) і в районі с. Радсад. Остання аномалія, ймовірно, належить до зони впливу виноробного підприємства. Забруднення ДВ сполуками мангану в межах 3–5 ГДК знайдено також в районі міського звалища. Значна частина ДВ лиману (близько 60%) належить до «допустимої» категорії забруднення (рис. 2, б).

Z_c. За сумованим показником забруднення основна частина ДВ акваторії Бузького лиману (більше 50%) належить до «допустимої» категорії забруднення ($Z_c < 10$). До «небезпечної» категорії відносяться ділянки у

верхній частині лиману (в районі впадання р. Інгул), зон впливу суднобудівних заводів (30 та ЧСЗ), ММТП і міського звалища (Z_c варіює в межах 30–100). В районі впливу суднобудівних заводів ЧСЗ і 30, морського і річкового портів сформувалися надзвичайно небезпечні рівні забруднення ДВ (Z_c 100–156) (рис. 3).

Значна частина ДВ акваторії лиману (84%) забруднена сполуками купруму в концентраціях, що перевищують допустимі рівні, Ni – 70%, Mn – 40%, Zn – 34%, Pb – 19%, Cr – 7%.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Виявлені та картографовані зони аномально підвищеного вмісту важких металів в донних формаціях, які є базовими для розробки практичних рекомендацій щодо локалізації екологічних ризиків. За санітарно-гігієнічним критерієм (ГДК) небезпека забруднення зменшується в ряді: Cu (4,82), Ni (2,73), Zn (2,11), Mn (1,77), Pb (1,19), Cr (0,79).
2. Отримані дані дозволяють охарактеризувати екологічний стан водного об'єкта як критичний. За критеріями екологічної безпеки ступінь забруднення донних відкладів Бузького лиману слід віднести до категорії забруднення

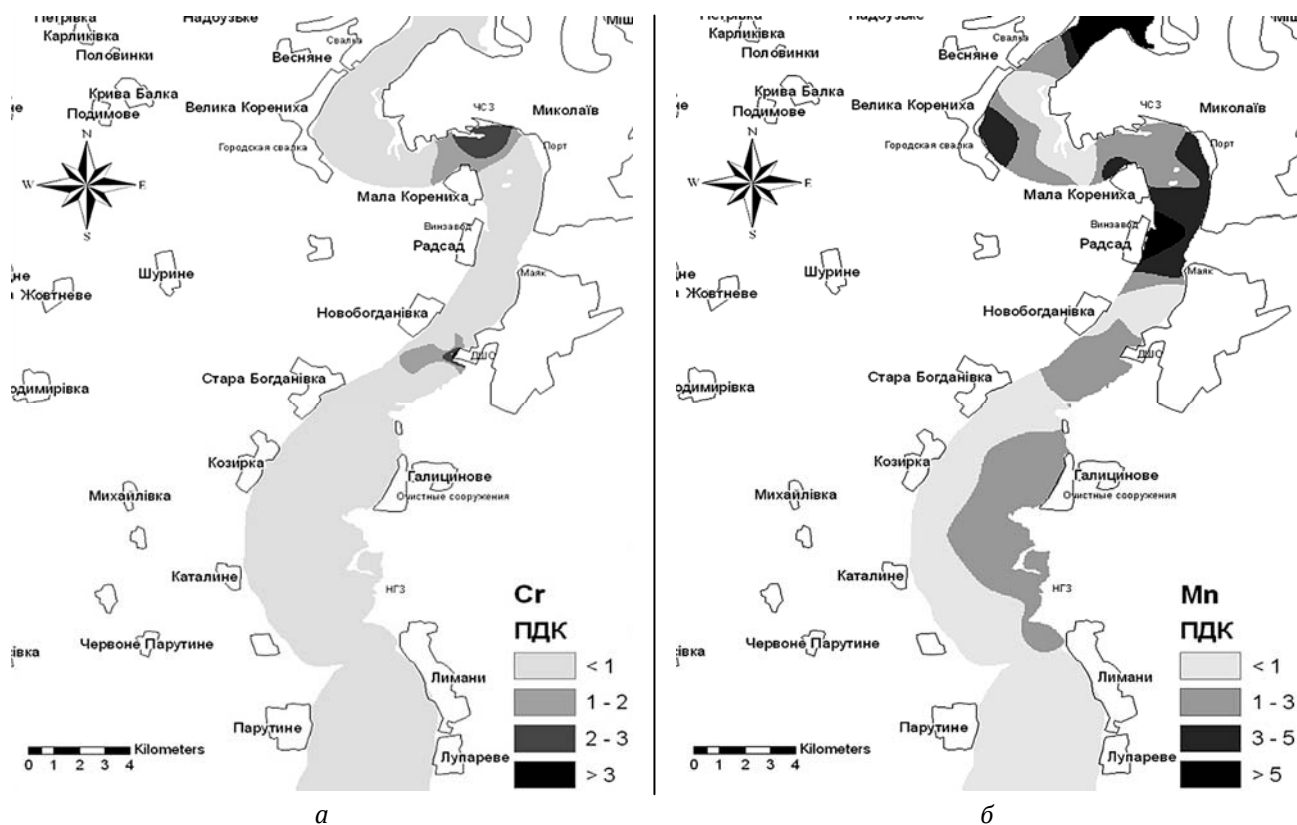


Рис. 2. Просторова інтерполяція коефіцієнта небезпеки забруднення донних відкладень Бузького лиману сполуками: а – хрому, б – мангану

В. Н. СМІРНОВ, С. М. СМІРНОВА
Николаев

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БУГСКОГО ЛИМАНА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Приведены результаты использования современных ГИС-технологий для создания цифровых картографических моделей загрязнения донных отложений тяжелыми металлами с целью определения их экологического качества на примере Бугского лимана. Воплощен ГИС-ориентированный системный подход к отражению и анализу состояния загрязнения донных отложений Бугского лимана при построении тематических карт. Выявлено техногенно-аномальные зоны повышенного содержания тяжелых металлов (Zn, Ni, Mn, Pb, Cu) в донных отложениях приуроченные к зонам влияния промышленных предприятий.

Ключевые слова: геоинформационная система, донные отложения, техногенно-аномальные зоны, загрязнение воды, почвы.

Стаття надійшла до редколегії 18.08.2014

УДК 598.112.23:591.185.34

Я. В. СТЕПАНЮК, О. М. ЯРИГІН, О. В. ТИТЮК
м. Київ

МОРФОГЕНЕЗ СЕНСОРНОГО ЕПІТЕЛІЮ ЯЩІРКИ ПРУДКОЇ, *LACERTA AGILIS* (REPTILIA, SQUAMATA)

Досліджено розвиток структур нюхового аналізатора ящірки прудкої (*Lacerta agilis*) на різних стадіях ембріонального розвитку. Основна увага у дослідженні зосереджена на розвитку нюхового та вомероназального епітелію. З'ясовано стадії, на яких відбувається закладка вомероназального органа та його розмежування з нюховими мішками. Відмічені основні характеристики нюхового та вомероназального епітелію та визначено ділянки носової порожнини та вомероназального органа, які вкриті сенсорним епітелієм.

Ключові слова: *Lacerta agilis*, нюховий епітелій, вомероназальний епітелій, морфогенез.

Постановка проблеми. Відомо, що у більшості сучасних чотириногих (крім крокодилів, птахів, деяких рукокрилих, китоподібних та приматів) нюховий аналізатор анатомічно розділений на основну та додаткову (вомероназальну) нюхові системи. Основна нюхова система представлена носовою порожниною, яка вистелена нюховим епітелієм, а додаткова – вомероназальним органом (органом Якобсона) [1; 2]. Ступінь організації обох систем у представників різних класів є різним і очевидно залежить від екологічної спеціалізації виду. Особливу увагу привертає закладка та розвиток вомероназального органа рептилій у яких він, як перших наземних тварин повністю ізольований від носової порожнини. Крім того його функціональне значення до кінця не з'ясоване.

Дослідження розвитку нюхового аналізатора ящірки прудкої від закладки до дефінітивного стану дасть змогу зрозуміти особливості його морфогенезу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на велику кількість досліджень, які присвячені морфології нюхової порожнини та вомероназального органа ящірок [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9], значна їх частина не відображає повного морфогенезу структур нюхового аналізатора. Більшість авторів переважно описує морфологію нюхового аналізатора у дорослих особин [10; 11; 12]. Відсутність єдиного підходу до періодизації ембріонального розвитку значно ускладнює порівняння результатів [9; 13]. До нечисельних праць які описують морфогенез нюхового аналізатора ящірок належать праці Шлабі [9], проте, автор описує лише окремі стадії розвитку. Частина робіт присвячена розвитку хрящового черепа рептилій [14; 15; 16; 17], але без акценту на морфогенез нюхових структур. Визначення об'єму сенсорного епітелію під час розвитку ящірки прудкої взагалі ніким раніше не проводилось.