

**О.Ю. Митропольський¹, Є.І. Наседкін¹, Г.М. Іванова¹,
І.В. Кураєва², Ю.Ю. Войтюк², С.Г. Федосєєнков³**

¹ Інститут геологічних наук НАН України
01054, м. Київ, Україна, вул. О. Гончара, 55-б
E-mail: nasedevg@ukr.net

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: voitiuk_yulia@ukr.net

³ ДУ "Науковий гідрофізичний центр НАН України"
69600, м. Запоріжжя, Україна, вул. Чубанова, 1
E-mail: 22lex22s@ukr.net

МОНІТОРИНГ СТАНУ РІЧКОВИХ ВІДКЛАДІВ У МЕЖАХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ОСЕРЕДКІВ (НА ПРИКЛАДІ м. ЗАПОРІЖЖЯ)

Викладено результати визначення екологічних та літолого-геохімічних особливостей формування складу донних відкладів р. Дніпро у межах м. Запоріжжя, отримані на основі комплексу польових робіт протягом року. Комплекс охоплював контактні (відбір проб донних відкладів ґрунтовою трубкою) та дистанційні методи досліджень (проведення сезонної гідроакустичної зйомки верхнього осадового шару дна), а також систему безперервного відбору річкової зависі за допомогою седиментаційних пасток. Обробка результатів автоматизованої профільної ґрунтової зйомки дна дала можливість дистанційно визначити фізико-механічні параметри верхнього шару донних відкладів. Створено 3D полігон даних, який об'єднує інформацію щодо глибини акваторії, розподілу шарів донних відкладів, географічних координат точок досліджень в єдине ціле. Отримано первинну інформацію про речовинний стан поверхневого шару донних відкладів. Лабораторні дослідження виявили, що зміни в гранулометричному складі осаdkів тісно пов'язані з перерозподілом компонентів мінеральної складової. Завдяки проведеним сезонним дослідженням у межах полігону отримано первинну інформацію про екологічний стан визначеної ділянки. Результати моніторингу розподілу річкової завислої речовини вказують на наявність часових змін у складі седиментаційних потоків у межах дослідної ділянки акваторії р. Дніпро протягом року. Відображення перебігу процесів надходження поллютантів у акваторію р. Дніпро, механізму їх розподілу між компонентами водного середовища уможливить визначення факторів впливу на інтенсивність процесів самоочищення акваторій у межах індустріальних осередків та зонах активного техногенного навантаження.

Ключові слова: моніторинг, річкова завись, екологічний стан, донні відклади.

Вступ. В Україні у переліку промислово навантажених областей із високим індустріальним потенціалом одне з чільних місць займають Запорізька область і місто Запоріжжя, що обумовлено значною концентрацією там підприємств чорної та кольорової металургії, хімії, машинобудування. Це зумовлює інтенсивну емісію небажаних побічних продуктів технологічних процесів підприємств, і зокрема низки мікроелементів, у довкілля [6]. Основними ділянками акумуляції, незалежно від шляхів надходження в навколишнє середовище, стають донні відклади прилеглих водойм та ґрунти у межах впливу індустріальних осередків. Якщо накопичені у верхніх горизонтах ґрунтів мікроелементи (важкі метали) в подальшому повільно видаляються під час вилуговування, поглинання рослинами, ерозії та дефляції ґрунтів, то в донних відкладах гідродинамічно пасивних частин водойм відбувається їх тривале накопичення, що може призводити до вторинного забруднення ґрунтів залежно від ряду гідрологічних, біологічних та фізико-хімічних процесів. У цьому разі поллютанти розподіляються між

компонентами водної екосистеми під дією процесів їх розчинення, сорбції й акумуляції фітопланктоном і фіксації донними відкладами в результаті седиментації завислих органічних і мінеральних часток.

Дослідження фізичних та хімічних параметрів донних відкладів дають змогу зрозуміти процеси надходження поллютантів в акваторію р. Дніпро, механізм їх розподілу між компонентами водного середовища та визначити основні фактори, що впливають на інтенсивність процесів самоочищення. З метою дослідження зазначених процесів, а також особливостей формування складу річкових відкладів в акваторії Дніпра у межах зон активного техногенного навантаження, колективом дослідників низки установ Національної академії наук (НАН) України впродовж року було виконано комплекс польових робіт, що передбачав відбір зразків верхнього шару донних і берегових наносів у межах акваторії та узбережжя Дніпра. Одним із основних елементів у ході безперервних спостережень за станом довкілля і відбору зразків річкової зависі стали седиментаційні пастки [5]. Роботи здійснено у межах території Державної установи (ДУ) "Науковий гідрофізичний центр НАН України" (до 2016 р. — "Науково-технічний центр панорамних акустичних досліджень") та прилеглої до неї частини акваторії Дніпра.

Першочерговими складовими комплексу досліджень у рамках реалізації окреслених завдань були:

1) з'ясування літолого-геохімічних особливостей формування геохімічного та мінералогічного складу річкових відкладів в акваторії Дніпра у межах індустріальних осередків за допомогою дистанційних та контактних методів досліджень верхнього шару донних осадків;

2) визначення сезонних закономірностей розподілу річкової завислої речовини на ділянках акваторії з підвищеним техногенним навантаженням на основі безперервних натурних спостережень;

3) дослідження особливостей розподілу важких металів у системі річкові наноси — водна завись — донні відклади.

Матеріали та методи. Відбір проб завислої речовини виконано зі стаціонарного причалу за допомогою седиментаційних пасток, розташованих на дні акваторії, з частотою вилучення накопиченої речовини один раз на місяць (рис. 1).

Відбір проб донних відкладів, як і роботи на суходолі, здійснювався на ділянках, прилеглих до території ДУ "Науковий гідрофізичний центр НАН України". Роботи на суходолі узбережжя Дніпра мали на меті визначення геохімічного стану верхнього шару алювіальних відкладів у межах прибіжної зони ріки. Проби річкових наносів відбиралися ручним буром у межах берегової смуги акваторії.

Зразки донних відкладів відібрано за допомогою малої ударної прямої трубки в мережі заданих координат у межах значної ділянки акваторії (1 км²). Головне завдання під час розподілу точок опробування полягало в охопленні мережею пробовідбору ділянок річкового дна з різною геоморфологічною будовою та рельєфом, що визначає умови седиментогенезу та їх речовинно-генетичний склад.

Визначення речовинного складу верхнього шару донних відкладів за допомогою геоакустичної зйомки проводилось в рамках блоку завдань з розробки та впровадження методів дистанційних досліджень літології річкових осадків.

Відібрані проби аналізували на вміст мікроелементів. Для детального аналізу гранулометричного складу зразків було використано лазерний седиментограф *Mastersizer-2000*. Мінеральний, макро- та мікрокомпонентний хімічний склад зразків натурної речовини визначено за допомогою електронної мікроскопії, а також енерго- та хвиледисперсійного аналізів (сканувальний електронний мікроскоп (СЕМ) *JEOL-6490 LV (JEOL Ltd., Японія)*).

За результатами проведення кількох етапів робіт упродовж року [4] і комплексної обробки відібраних зразків річкової зависі та верхнього шару донних відкладів було отримано матеріали, узагальнені і проаналізовані нижче.

Результати і обговорення. Проби у межах берегової смуги — це алеврито-піщаний матеріал, що характеризується відносно незмінним хімічним складом для різних точок опробування і відсутністю підвищеної концентрації важких металів у порівнянні з регіональним фоновим вмістом (рис. 2).

Досліджено мінеральний склад фракцій <0,01 та <0,001 мм донних відкладів. Рентгенофазові дослідження дали змогу виявити мінеральний склад фракцій донних відкладів (рис. 3, 4). Мінерали глинистої фракції представлені гідрослюдою, хлоритом, каолінітом, а також містять польовий шпат і кварц. Асоціації глинистих мінералів є результатом перетворення осадового матеріалу за певних фізико-хімічних умов.

Мінеральний склад донних відкладів визначає їхню потенційну можливість сорбувати і утримувати забруднювачі. Такі властивості мають мінерали групи монтморилоніту, змішаношаруваті утворення, дещо менше — деградовані гідрослюди. Катіони важких металів здатні входити в міжшаровий простір глинистих мінералів і в такому вигляді невизначено довго зберігатися в донних осадах. Привертає увагу наявність у мінеральному складі берегових наносів уламкових частинок (зерен), представлених гематитом.

Роботи з відбору проб верхнього шару донних відкладів виконано на експериментальному полігоні у межах репрезентативної ділянки акваторії Дніпра (рис. 5, 6).

Метою робіт, окрім отримання зразків донних відкладів, також була оцінка можливості дистанційного визначення літологічного складу верхнього шару донних відкладів за допомогою приладового комплексу, основним елементом якого є гідролокатор бічного огляду [1, 2].

Виявлено геоморфологічні особливості будови дна досліджуваної частини акваторії, визначено ділянки акумуляції сучасних донних відкладів та розмиву дна, а також скориговано розташування мережі точок відбору зразків донних відкладів.

Дослідження літологічних типів донних відкладів дали змогу визначити основні види осадків поверхні дна Дніпра, а також скласти попередню схему їх площинного розподілу. На рис. 5 показано полігон, що об'єднує дані глибини, географічні координати та інтерполяцію інтенсивності густини верхнього шару донних відкладів району обстеження з помітками точок пробовідбору. При цьому стратифікацію верхнього шару донних відкладів на основі статистичного аналізу виконано з імовірністю визначення типу ґрунту не менш 0,85. Тривимірну модель із зазначеними літологічними класами верхнього шару донних відкладів обстеженого полігону представлено вище (рис. 5).

Строкатість гранулометричного складу донних відкладів головним чином визначається геоморфологічною неоднорідністю та перепадами рельєфу дна акваторії ділянки Дніпра, що на розподіл компонентів речовинної (мінеральної) складової верхнього шару донних осадків. Одночасно для ділянок дна зі зниженнями в рельєфі або на периферії руслової частини, де відсутні активні гідродинамічні процеси, спостерігається підвищення вмісту дрібнодисперсної складової в співвідношенні гранулометричних фракцій (рис. 7). При цьому навіть незначне підвищення вмісту в пробах пелітової складової призводить до різкого зростання в зразках донних відкладів вмісту заліза і важких металів.

Аналіз проб донних відкладів за допомогою електронного мікроскопа засвідчив наявність мінеральних фаз алевритової та пелітової розмірності з підвищеним вмістом оксиду заліза та низки важких металів (мідь, нікель, хром). Також значна кількість сферичних утворень у складі проб вказує на те, що генетично певна частка речовинного складу донних відкладів має атмосферне надходження. Варто зазначити залежність між мінеральним і гранулометричним складом донних відкладів, і розподілом у них важких металів, що обумовлено геоморфологією дна та особливостями гідродинаміки певних ділянок акваторії.

Результати постійних спостережень за розподілом річкової завислої речовини, виконані протягом року, виявили суттєве її збагачення важкими металами в порівнянні з верхнім шаром донних відкладів. Помітною особливістю їх розподілу в зависі та інтенсивності надходження у відклади є сезонність (рис. 8). Суттєвою особливістю є зміна речовинного складу алеврито-піщаної фракції натурної речовини — уламкова складова, представлена в донних відкладах

кварцом, у завислій речовині містить органічні рештки, агрегати глинистих мінералів, сферичні атмосферні утворення тощо (рис. 8).

Дослідження мінерального складу зразків засвідчили неоднорідність його компонентів у пробах різних часових періодів. Зокрема, наприкінці літа — початку осені (серпень—вересень) у складі натурної речовини домінують хомогенні утворення, наявні черепашки та детрит планктонних організмів, і, в значно меншій кількості, атмосферна речовина і теригенна складова. Для проб другої половини осені (жовтень—листопад) більш характерні фрагменти планктонних організмів, детрит і теригенні мінерали.

Висновки. Комплекс польових робіт, що реалізується в рамках вивчення літолого-геохімічних особливостей формування складу донних відкладів р. Дніпро у межах індустріальних осередків, а також дослідження надходження важких металів у межі акваторії річки та визначення механізму їх розподілу між компонентами водного середовища, дав змогу отримати нові інформаційні дані.

1. Однією з важливих складових комплексу робіт, як показали результати досліджень, стала автоматизована профільна ґрунтова зйомка дна досліджуваної акваторії. Обробка отриманих даних дала можливість дистанційно визначити фізико-механічні параметри верхнього шару донних відкладів. Класифіковано донні відклади як неоднорідні шари з відсотковими показниками поєднання декількох літологічних класів. Порівняння визначених коефіцієнтів відбиття та густини з 24-х точок пробовідбору показало незначну зміну фізико-механічних параметрів верхнього шару донних відкладів обстеженого полігону в різні сезони за рахунок зміни концентрації мулу в піскових відкладах. Створено 3D полігон даних, який об'єднує інформацію щодо глибини акваторії, розподілу шарів донних відкладів, географічних координат точок досліджень. Розроблена методика дає змогу виконувати ефективний і продуктивний моніторинг стану донних відкладів.

2. Завдяки проведеним сезонним натурним дослідженням полігону в межах акваторії Дніпра отримано первинну інформацію про речовинний стан поверхневого шару донних відкладів. Результати досліджень попередньо засвідчили визначальний вплив рельєфу дна на накопичення певних літологічних типів поверхневого шару донних відкладів, при цьому для ділянок дна, де відсутні активні гідродинамічні процеси, спостерігається підвищення вмісту складової алеврито-пелітової розмірності.

3. Виявлено, що зміни в гранулометричному складі осадків тісно пов'язані з перерозподілом компонентів мінеральної складової. Це добре демонструють зміни мінерального складу алеврито-піщаної фракції зразків донних відкладів — уламкова складова, представлена в донних відкладах кварцом, у завислій речовині містить переважно органічні рештки та агрегати глинистих мінералів.

4. Завдяки сезонним дослідженням у межах полігону отримано первинні дані щодо еколого-геохімічного стану визначеної ділянки. Зменшення вмісту важких металів у системі перерозподілу осадової речовини відбувається в напрямі "річкова завись — донні відклади — берегові наноси". Суттєвим фактором збагачення важкими металами седиментаційних потоків у межах акваторії є також речовинний склад. Для всіх зразків збільшення вмісту глинозему в дрібнодисперсній фракції пов'язано із помітним зростанням у зразках заліза і важких металів. Це, вірогідно, є одним із факторів збагачення річкової зависі рядом мікроелементів та, відповідно, незначного їх вмісту в складі промитих пісків берегових наносів.

Результати моніторингу розподілу річкової завислої речовини вказують на наявність часових змін у складі речовини седиментаційних потоків у межах дослідної ділянки акваторії р. Дніпро протягом року (мінеральний, гранулометричний склад, вміст низки мікроелементів), що визначається зовнішніми факторами, вплив яких можна буде виявити шляхом подальших безперервних досліджень. Відображення перебігу процесів надходження поллютантів у межі акваторії р. Дніпро, механізму їх розподілу між компонентами водного середовища надасть змогу визначати фактори впливу на інтенсивність процесів самоочищення акваторій у межах індустріальних осередків та у зонах активного техногенного навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончар А.И., Нестеренко Л.В., Федосеенков С.Г. Использование гидроакустических технологий для экологического мониторинга акваторий // Проблемы природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів : Матеріали Восьмої міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 06—09 жовт. 2015 р. / Ін-т проблем природокор. та екології НАН України. — Дніпропетровськ : Монолит, 2015. — С. 74—76. — [Електрон. ресурс]. — Режим доступу: <http://ippenan.com/>
2. Гончар А.И., Федосеенков С.Г., Шлычек Л.И., Сазонов А.В. Технология автоматизированной дистанционной профильной грунтовой съемки морского дна // Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій : Зб. матеріалів Міжнар. наук. конф. (Київ, 8—13 жовт. 2012 р.) / Ін-т геол. наук НАН України. — К., 2012. — С. 29.
3. Люта Н.Г. Про використання геохімічних критеріїв (фонів та сумарного показника забруднення) для оцінки геохімічного стану ландшафтів // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. — 2004. — № 2. — С. 162—169.
4. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., Федосеєнков С.Г., Іванова Г.М. Відновлення та адаптація проекту моніторингу седиментаційних процесів на шельфі Чорного моря на полігоні "Запоріжжя" / Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2016. — Вып. 3. — С. 89—94.
5. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., Тимченко Ю.А., Іванова Г.М. Реалізація натурного експерименту з впровадження комплексного моніторингу седиментаційних процесів // Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища : Матеріали X Міжнар. наук. конф. (Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 17—20 жовт. 2012 р.). — К., 2012. — С. 245—247.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році / М-во екології та природ. ресурсів України, Київ. — Херсон : ФОП Грін Д.С., 2016. — 350 с. [Електрон. ресурс]. — Режим доступу : <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>

Надійшла 05.04.2017

REFERENCES

1. Gonchar, A.I., Nesterenko, L.V. and Fedoseenkov, S.G. (2015), *Materialy Vos'moyi mizhnar. nauk.-prakt. konf., Dnipropetrovs'k, 06-09 zhovt. 2015, In-t problem pryrodokor. ta ekolohiyi NAN Ukrayiny*, Monolit press, Dnipropetrovs'k, UA, pp. 74-76, available at: <http://ippenan.com/>
2. Gonchar, A.I., Fedoseenkov, S.G., Shlychek, L.I. and Sazonov, A.V. (2012), *Zb. materialiv Mizhnar. nauk. konf. (8-13 zhovt. 2012 r., In-t heol. nauk NAN Ukrainy*, Kyiv, UA, p. 29.
3. Lyuta, N.G. (2004), *Zbirnyk nauk. prats UkrDGRI*, No. 2, Kyiv, UA, pp. 162-169.

4. Mitropolskiy, A.Yu., Nasedkin, E.I., Fedoseenkov, S.G. and Ivanova, A.N. (2016), *Geology and mineral resources of the World ocean*, Вып. 3, Kyiv, UA, pp. 89-94.
5. Mitropolskiy, A.Yu., Nasedkin, E.I., Tymchenko, Yu.A. and Ivanova, A.N. (2012), *Materialy X Mizhnar. nauk.-prak. konf., Taras Shevchenko Kyiv. Nats. Univ., 17-20 oct. 2012 r.*, Kyiv, UA, pp. 245-247, available at: http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/monitoring_2012/materials_conf_monitoring_2012.pdf
6. (2016), *Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2014 rotsi*, Ministerstvo ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv Ukrainy, Kyiv, FOP Hrin D.S. press, Kherson, UA, 350 p., available at: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>

Received 05.04.2017

*А.Ю. Митропольский*¹, *Е.И. Наседкин*¹, *А.Н. Иванова*¹, *И.В. Кураева*², *Ю.Ю. Войтюк*², *С.Г. Федосеев*³

¹ Інститут геологічних наук НАН України
01054, г. Київ, Україна, ул. О. Гончара, 55-б
E-mail: nasedevg@ukr.net

² Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення
ім. Н.П. Семененко НАН України
03142, г. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладина, 34
E-mail: voitiuk-yulia@ukr.net

³ ГУ "Гідрофізический центр НАН України"
69600, г. Запоріжжє, Україна, ул. Чубанова, 1
E-mail: 22lex22s@ukr.net

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ г. ЗАПОРОЖЬЕ)

Изложены результаты исследования экологических и литолого-геохимических особенностей формирования состава донных отложений р. Днепр в пределах города Запорожье, полученные на основе комплекса полевых работ в течение года. Комплекс охватывал контактные (отбор проб донных отложений грунтовой трубкой) и дистанционные методы исследований (проведение сезонных гидроакустических съемок поверхности дна), а также систему непрерывного отбора речной взвеси с помощью седиментационных ловушек. Обработка результатов автоматизированной профильной грунтовой съемки дна дала возможность дистанционно определить физико-механические параметры верхнего слоя донных отложений. Создан 3D полигон данных, объединяющий информацию относительно глубины акватории, распределения слоев донных отложений, географических координат точек исследований в одно целое. Получена первичная информация о вещественном составе поверхностного слоя донных отложений. Лабораторные исследования показали, что изменения в гранулометрическом составе осадков тесно связаны с перераспределением компонентов минеральной составляющей. Благодаря проведенным сезонным исследованиям в пределах полигона получены первичные данные об его экологическом состоянии. Результаты мониторинга распределения речной взвеси указывают на наличие временных изменений в составе седиментационных потоков в пределах участка акватории р. Днепр в течение года. Отображение процессов поступления поллютантов в акваторию р. Днепр, механизма их распределения между компонентами водной среды даст возможность определять факторы влияния на интенсивность процессов самоочищения акваторий в пределах промышленных центров и зонах активной техногенной нагрузки.

Ключевые слова: мониторинг, речная взвесь, экологическое состояние, донные отложения.

*A.Yu. Mitropolskiy*¹, *E.I. Nasedkin*¹, *A.N. Ivanova*¹, *I.V. Kuraeva*², *Yu.Yu. Voitiuk*², *S.G. Fedoseenkov*³

¹ Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine
55-b, O. Honchar Str., Kyiv, Ukraine, 01054
E-mail: nasedevg@ukr.net

² M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: voitiuk_yulia@ukr.net

³ State Institution "Hydrophysical Center of the NAS of Ukraine"
1, Chubanov Str., Zaporizhia, Ukraine, 69600
E-mail: 22lex22s@ukr.net

MONITORING OF THE STATE OF RIVER SEDIMENTS WITHIN INDUSTRIAL CENTRES (ON THE EXAMPLE OF ZAPORIZHIA CITY)

The article presents the results of determining the environmental, lithological and geochemical features of sediments formation of the Dnieper River in the city of Zaporizhia, which are obtained on the basis of the complex field work during the year. The complex included contact (sediments sampling with ground tube) and remote research methods (season hydroacoustic survey of the upper layer) and a system of continuous sampling of river suspension using sediment traps. Processing of the results of automated profile ground survey of the bottom has allowed us to determine the physical and mechanical parameters of the upper layer of sediments. 3D testing ground of data that combined information on the depth of the water area, distribution of sediment layers, geographic coordinates of research points as the single whole, was created. An initial report on the state of the material of the surface layer of bottom sediments was obtained. The laboratory studies have discovered that changes in the size distribution of sediments are closely associated with ingredients redistribution in the mineral component. Owing to the conducting of seasonal field research within the testing ground initial information on the environmental condition of defined research area was obtained. The results of monitoring of the distribution of river suspended substances indicate the presence of temporal changes in the composition of sedimentary flows within the research water area of the Dnieper River during the year. Demonstration of the processes of pollutants entry in the Dnieper River water area, mechanism of their distribution between the components of the aquatic environment will allow determining the factors of influence on the intensity of self-purification processes of water areas within the industrial centers and zones of active anthropogenic impact.

Keywords: monitoring, river suspension, ecological state, sediments.

Підписи до рисунків у статті

МИТРОПОЛЬСЬКИЙ О.Ю., НАСЄДКІН Є.І., ІВАНОВА Г.М., КУРАЄВА І.В., ВОЙТЮК Ю.Ю., ФЕДОСЕЄНКОВ С.Г.
Моніторинг стану річкових відкладів у межах індустріальних осередків (на прикладі м. Запоріжжя)

Рис. 1. Зображення: *a* — район проведення досліджень; *b* — пастки для відбору річкової зависі; *c* — схема полігону для відбору донних відкладів; *d* — мала ґрунтова трубка та коробка з пелюстковими клапанами — пробовідбірниками на носу човна перед початком робіт

Fig. 1. Images: *a* — the area of research; *b* — traps for sampling the river suspension; *c* — scheme of testing ground for sediments sampling; *d* — small soil tube and box with petal valve — samplers located on the bow of the boat before the start of works

Рис. 2. Зображення: *a* — процес відбору вертикальної колонки проб у межах берегової смуги Дніпра; *b* — електронно-мікроскопічний знімок відібраної проби та хімічний склад фрагмента зразка — агрегату з дрібнодисперсних уламкових і глинистих частинок; *c* — вміст важких металів у складі проби, відібраної у межах прибієної зони узбережжя Дніпра (1) та регіональне фонове значення (2, [3]), мг/кг; *d* — розподіл основних компонентів хімічного складу в пробі, відібраної у межах прибієної зони узбережжя Дніпра

Fig. 2. Images: *a* — the process samples selection from vertical columns within the shoreline of the Dnieper; *b* — electron-microscopic picture of taken samples and chemical composition of the sample fragment — aggregate with finely dispersed clastic clay particles; *c* — the content of heavy metals in sample taken within the surf zone of the Dnieper coast (1) and the regional background value (2, [3]), mg/kg; *d* — the distribution of the main components of the chemical composition in the sample taken within the surf zone of the Dnieper coast

Рис. 3. Фракція <0,001 мм. Склад: гідролюда, хлорит, каолінит, кальцит, змішаношарувате утворення гідролюда — монтморилоніт (домішка). *a* — вихідний, *b* — насичений етиленгліколем, *c* — відпалений за $T = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fig. 3. Fraction <0.001 mm. Ingredients: illite, chlorite, kaolinite, calcite, mixed layered illite-smectite formation (impurity). *a* — output, *b* — saturated with ethylene glycol, *c* — annealed at $T = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рис. 4. Фракція <0,01 мм. Склад: гідролюда, хлорит, каолінит, кварц, кальцит, польовий шпат (плагіоклаз)

Fig. 4. Fraction <0.01 mm. Ingredients: illite, chlorite, kaolinite, quartz, calcite, feldspar (plagioclase)

Рис. 5. 3D — візуалізація району обстеження, побудована за даними глибини з нанесеною інтерполяцією інтенсивності густини з помітками точок пробовідбору

Fig. 5. 3D — visualization of the explored area constructed according to the depth data with interpolation of the intensity of the density with points of sampling

Рис. 6. Стратифікація верхнього шару донних відкладень обстеженого полігону, %: 1 — мул; 2 — мул >30, пісок <70; 3 — мул <30, пісок >70; 4 — пісок; 5 — відслонення

Fig. 6. Stratification of the sediment upper layer of the explored proving ground, %: 1 — silt; 2 — silt >30, sand <70; 3 — silt <30, sand >70; 4 — sand; 5 — outcrop

Рис. 7. Розподіл основних компонентів гранулометричного складу проб верхнього шару донних відкладів Дніпра на застійних (*a*) і гідродинамічно активних (*b*) ділянках акваторії; *c* — розподіл основних компонентів хімічного складу (середнє для різних точок пробовідбору) проб верхнього шару донних відкладів; *d* — порівняльна діаграма вмісту важких металів у пробах верхнього шару донних відкладів у межах гідродинамічно активних (1) та застійних (2) ділянок досліджуваної акваторії (логарифмічна шкала)

Fig. 7. Distribution of the main components of granulometric composition of samples of the upper layer of the Dnieper bottom sediments on stagnant (*a*) and hydrodynamically active (*b*) sections of water area; *c* — the distribution of the main components of the chemical composition of samples the upper layer of bottom sediments (average for the different sampling points); *d* — comparison chart of the content of heavy metals in samples of the upper layer of sediments within hydrodynamically active (first column) and stagnant (second column) zones of the research water area (logarithmic scale)

Рис. 8. Характеристики складу річкової завислої речовини: *a* — розподіл вмісту важких металів у пробах за різні часові інтервали (період з 15 числа попереднього місяця до 15 числа наступного), мг/кг; *b* — середні показники розподілу основних компонентів хімічного складу в пробах; *c* — фрагмент електронно-мікроскопічного знімку компонентів речовинного складу зразка, на зображенні представлені сферичні утворення, черепашка

фітопланктону, хімічний склад виділеної конкреції свідчить про високий вміст у ній важких металів; *d* — середні показники розподілу основних гранулометричних фракцій у пробах

Fig. 8. Characteristics of the river suspended substances: *a* — distribution of heavy metals in samples at different time intervals (from the 15th day of the previous month to the 15th day of the next one), mg/kg; *b* — average indexes of distribution of the main components of the chemical composition of the samples; *c* — fragment of electron microscopic photographs of components of the substance composition of the sample (images of spherical formation, phytoplankton shell); the chemical composition of the selected concretions is the evidence of the high content of heavy metals; *d* — average indexes of distribution of main fractions in the samples