



Пізнаємо природу

STEM
Частина 2

6 клас

Дарія Біда

ПІЗНАЄМО ПРИРОДУ

Підручник інтегрованого курсу
для осіб з особливими освітніми
потребами
(Н 54.1 — Н 54.2)

6 клас

(у 2-х частинах)

ЧАСТИНА 2

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
Видавничий дім «Освіта»
2023

УДК 57.081.1*кл6(075.3.056.262)
Б59

Підручник розроблено за модельною навчальною програмою
«Пізнаємо природу». 5–6 класи (інтегрований курс)»
для закладів загальної середньої освіти
(авт. Біда Д. Д., Гільберг Т. Г., Колісник Я. І.)

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 08.03.2023 № 254)*

Підручник відповідає психофізичним особливостям сприймання осіб із порушеннями зору
(Протокол № 10 від 21.11.2023 засідання експертної комісії зі спеціальної педагогіки)



Цей підручник видано за підтримки Дитячого фонду ООН (ЮНІСЕФ) та Глобального партнерства заради освіти (GPE). ЮНІСЕФ і GPE не брали участі в розробці цього підручника. Зміст і твердження в цьому підручнику є позицією авторів і не обов'язково відображають політики чи погляди ЮНІСЕФ і GPE.

Біда Д. Д.

Б59 Пізнаємо природу : підруч. інтегр. курсу для осіб з особ. освіт. потребами (Н 54.1 — Н 54.2). 6 кл. (у 2-х ч.) : ч. 2 / Д. Д. Біда. — К. : Видавничий дім «Освіта», 2023. — 192 с. : іл.

ISBN 978-966-983-430-0.

УДК 57.081.1*кл6(075.3.056.262)

ISBN 978-966-983-430-0

© Біда Д. Д., 2022
© Видавничий дім «Освіта», 2023

Любі шестикласники та шестикласниці!

Цього року ви поринете в дослідження фізичних, хімічних, біологічних, астрономічних явищ, глибше пізнаєте взаємозв'язки між ними. Сподіваюся, у вас виникне бажання займатися дослідницькою діяльністю. Але пам'ятайте, що природа — не лише об'єкт для дослідження. Помічайте її красу, наповнюйтеся радістю та подивом від її чудес.

Захоплюйтеся неймовірними людьми, які торували шлях у дослідженні природи та відкривали її таємниці. Можливо, серед них ви знайдете своїх кумирів. Не змарнуйте свого шансу стати сучасною та освіченою людиною — будьте креативними, розвивайте критичне мислення, опануйте інтернет-ресурси, займайтеся самоосвітою. Ваші знання, завзятість та бажання змінювати світ на краще є запорукою того, що **ВСЕ БУДЕ УКРАЇНА!**

Ваша Дарія Біда

Цифрові додатки за покликанням або QR-кодом

<http://inform1.yakistosviti.com.ua/piznaiu-pryrodu-2v/piznaiu-pryrodu-6-klas-2v>

<https://vse.ee/bwok>



Пізнавальні
матеріали



Дослідження,
спостереження



Наукові
суперечки



Відео

Переходь за покликанням, знаходь відповідну рубрику та потрібні матеріали за номером параграфа й сторінки, якщо побачиш такі позначки. У кінці кожного уроку відкривай його скарбничку — виконуй завдання рубрики «Запитання, завдання, дослідження».

Розділ 3. Пізнаємо Сонячну систему



§ 27 Що кружляє навколо Сонця

1 Чому світить наше Сонце

Сонце, яке ми щодня спостерігаємо на небі, це лише одна з багатьох мільйонів зір у нашій Галактиці. За класифікацією зір наше Сонце — жовтий карлик. Але для нас це особлива зоря — без сонячної енергії не було б життя на нашій планеті.

Сонце складається з Гідрогену (73 % від загальної маси), Гелію (25 % від маси) та інших елементів (2 % від загальної маси). У надрах Сонця відбуваються термоядерні реакції: Гідроген перетворюється на Гелій, і виділяється тепло.

Допоки вигорає «водневе паливо», Сонце світитиме приблизно 5 мільярдів років, а ще через 6 мільярдів років перетвориться на червоного гіганта. Маса Сонця становить 99,9 % від маси всіх тіл Сонячної системи.



Наукові суперечки

2 | Яка будова Сонячної системи

Сонячна система — це система тіл, які обертаються навколо Сонця. Найбільші з них — 8 великих планет та їхні супутники. Ось перелік великих планет у напрямку від Сонця: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун. Планети, на відміну від зір, не випромінюють власного світла. Ми бачимо їх на небі, тому що вони відбивають сонячне світло. Планети обертаються навколо Сонця та навколо своєї осі (таблиця 10).

Таблиця 10

Планета	Час обертання навколо Сонця	Час обертання навколо осі
Меркурій	88 діб	59 діб
Венера	225 діб	243 доби
Земля	365 діб 6 год	24 год
Марс	687 діб	24 год 37 хв
Юпітер	11 років 10 місяців	9 год 50 хв
Сатурн	29 років	20 год 40 хв
Уран	84 роки	10 год 50 хв
Нептун	165 років	16 год 5 хв

Хвилини, години, доби, місяці й роки — земні

Орбіта (обіжниця) — це траєкторія руху небесного тіла, штучного супутника Землі, орбітальної станції в космічному просторі навколо іншого тіла.

ЗАПИТАННЯ

1. У яких планет рік довший, ніж на Землі, у яких — короткий? Які планети обертаються навколо осі швидше, ніж Земля, а які — повільніше? Яку планету Сонячної системи ти назвеш найшвидшою? Найповільнішою? Чому?
2. Яка планета Сонячної системи відкидає найдовшу тінь?

ЗАВДАННЯ

1. Виконай завдання за інструкцією.
2. Вивчи мнемонічне правило для запам'ятовування розташування планет відносно Сонця.

Маючи Великі Здібності, Малий Юрко Співає Українські Наспиви



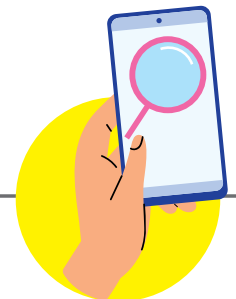
Намалюй орбіту



Мал. 126. Сонячна система (без збереження масштабу). Ілюстрація

ДОСЛІДЖЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ

1. Порівняй Землю і Сонце.
2. Створи модель Сонячної системи.



ЗАПИТАННЯ

1. Поміркуй, чому складно зробити реальну модель Сонячної системи. Зваж, що діаметр Землі 12 756 км, а відстань від Землі до Сонця — 149 600 000 км.
2. Уяви, що м'ячик завбільшки 4 см — це модель Землі. Яким у цьому масштабі буде діаметр Меркурія? Сатурна?

Крім великих планет та їхніх супутників (мал. 126), до складу Сонячної системи входять карликові планети й малі тіла (планетоїди, чи астероїди, комети та метеороїди). Простір між тілами заповнений космічним пилом, зоряним і міжпланетним газом.

КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Сонце — центральне тіло Сонячної системи. Його маса становить 99,9 % маси всіх тіл Сонячної системи.
2. У надрах Сонця відбуваються термоядерні реакції з виділенням енергії. Енергія Сонця є джерелом життя на Землі.
3. До складу Сонячної системи входить 8 великих планет: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун; карликові планети та малі тіла.
4. Малі тіла Сонячної системи — це супутники планет, астероїди, метеороїди, комети, космічний пил, зоряний і міжпланетний газ.

§ 28 ЯКІ ПЛАНЕТИ НАЛЕЖАТЬ ДО ЗЕМНОЇ ГРУПИ

1 Що об'єднує планети земної групи

Меркурій, Венера, Земля і Марс — планети земної групи (мал. 127). Вони мають тверду поверхню і практично кулясту форму. У Меркурія та Венери природних супутників немає, у Землі — один (Місяць, мал. 128), у Марса — два (Фобос і Деймос, мал. 129).



Мал. 127. Планети земної групи

2 Які особливості планет земної групи

Земля — найбільша серед планет земної групи. З космосу вона здається блакитною завдяки атмосфері й Світовому океану. Це єдина планета, на поверхні якої є вода в трьох агрегатних станах, і поки єдина відома пла-

нета, на якій існує життя. Атмосфера й океан пом'якшують клімат Землі, акумулюють сонячну енергію поблизу екватора й переносять її в холодні північні широти.

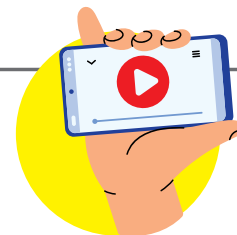
Місяць — найбільший (порівнюючи з планетою) супутник Сонячної системи.

ЗАПИТАННЯ

На Марсі не буває повного сонячного затемнення. Як ти гадаєш, чому?

ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

Подивіться оригінальні кадри посадки Аполлона-11 на Місяць у 1969 році.



Меркурій — найближча до Сонця і найменша планета Сонячної системи. Він не має природних супутників



Мал. 128. Земля і Місяць
(фото NASA)



Мал. 129. Марс, Фобос і Деймос

та атмосфери. Дуже повільне обертання навколо своєї осі (велика тривалість дня і ночі) призводить до того, що температура на нічному й денному боці Меркурія вздовж екватора змінюється приблизно від $-175\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+450\text{ }^{\circ}\text{C}$ відповідно.

Спостерігати за Меркурієм важко, він обертається близько до Сонця й губиться в сонячному світлі.

Венера — третій за яскравістю об'єкт нашого неба після Сонця й Місяця. Планета обертається навколо своєї осі зі сходу на захід, тобто в напрямку, протилежному обертанню більшості планет. Вісь обертання Венери має нахил, проте дуже незначний — лише три градуси.

Дослідження, спостереження

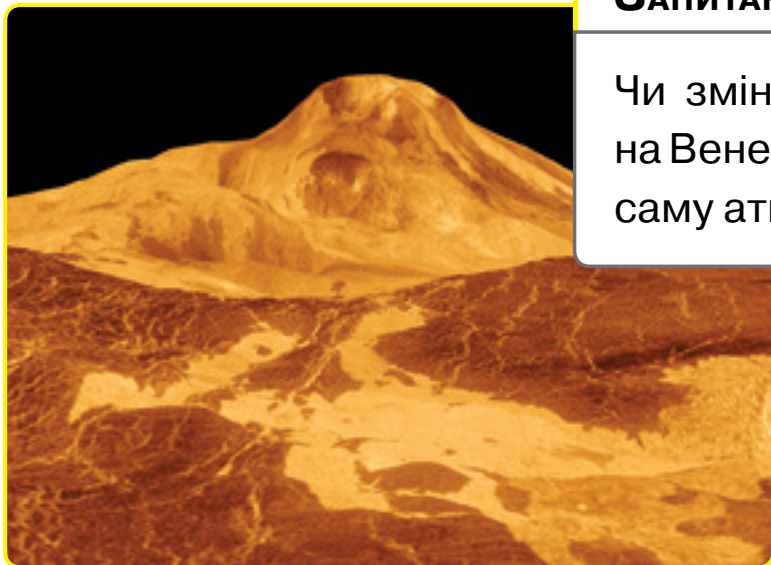
Виготов модель парникового ефекту. Постав посудини на сонячне місце. Яку різницю температур ти зафіксував / зафіксувала?



Густа атмосфера Венери, у якій плавають потужні хмари із сульфатної кислоти, створює парниковий ефект. Середня температура на поверхні Венери (приблизно $+470\text{ }^{\circ}\text{C}$) вища, ніж температура плавлення свинцю ($+327\text{ }^{\circ}\text{C}$), олова ($+232\text{ }^{\circ}\text{C}$) і цинку ($+420\text{ }^{\circ}\text{C}$). На

ЗАПИТАННЯ

Чи змінювалися б пори року на Венері, якби вона мала таку саму атмосферу, як Земля?



Мал. 130. Ріки лави на поверхні Венери



Наукові суперечки

поверхні Венери течуть ріки лави, яка довго не застигає (мал. 130).

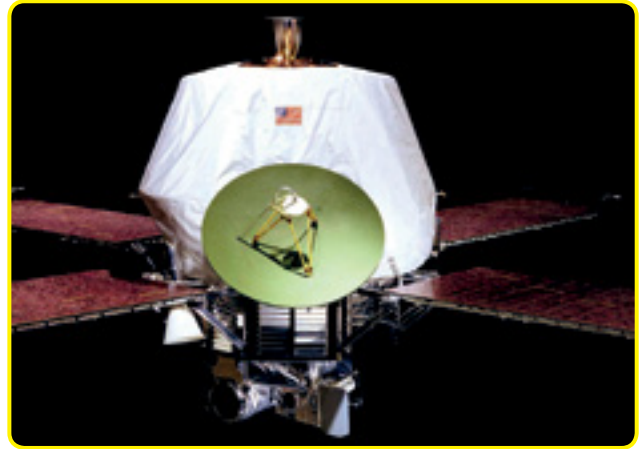
Марс — четверта за віддаленістю від Сонця й сьома за розмірами планета Сонячної системи. Марс майже вдвічі менший за Землю.

На Марсі є атмосфера й змінюються пори року. Середня температура повітря на Марсі становить приблизно $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Улітку повітря на денній половині планети прогрівається до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ — цілком прийнятна для нас температура. Але в зимові марсіанські ночі атмосфера охолоджується до $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Клімат на Марсі не набагато суворіший, ніж в Антарктиді.

На Марсі є Олімп — найвища в Сонячній системі гора вулканічного походження заввишки 27 км (мал. 131).



Мал. 131. Гора Олімп

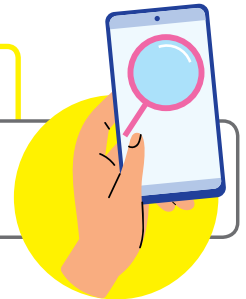


Мал. 132. Апарат «Марінер-9»

Долина Марінер — найбільший у Сонячній системі каньйон, що за розмірами міг би зайняти всю територію США. Його було відкрито за допомогою космічного апарата «Марінер-9» (мал. 132).

Дослідження, спостереження

Чому Марс червоний



Коротко про головне

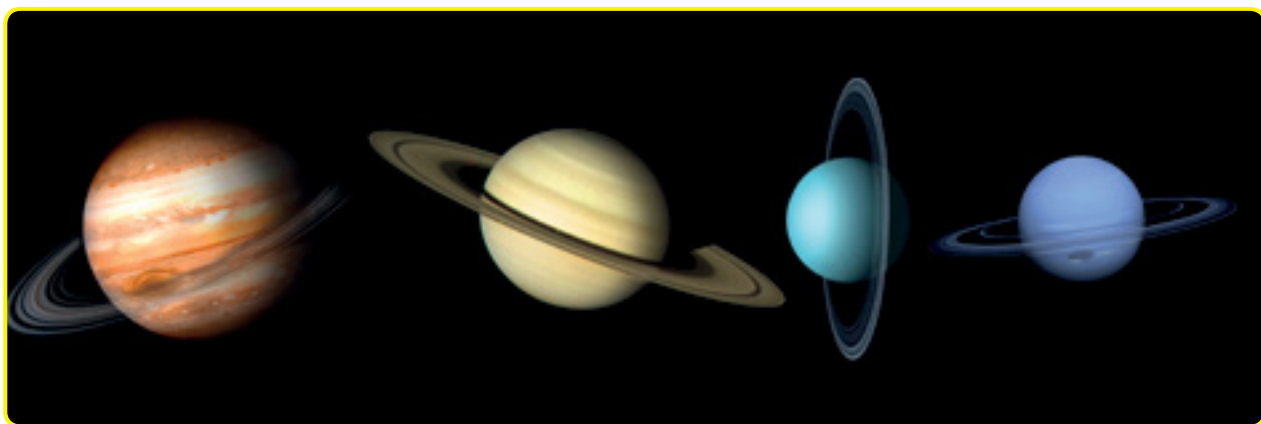
1. Меркурій, Венера, Земля і Марс — планети земної групи. Вони мають тверду поверхню, практично кулясту форму й невелику кількість супутників (або не мають їх).
2. Кожна планета має свої особливості — наявність або відсутність атмосфери, температурний режим, особливості поверхні.

§ 29

ЯКІ ПЛАНЕТИ НАЗИВАЮТЬ ГІГАНТАМИ

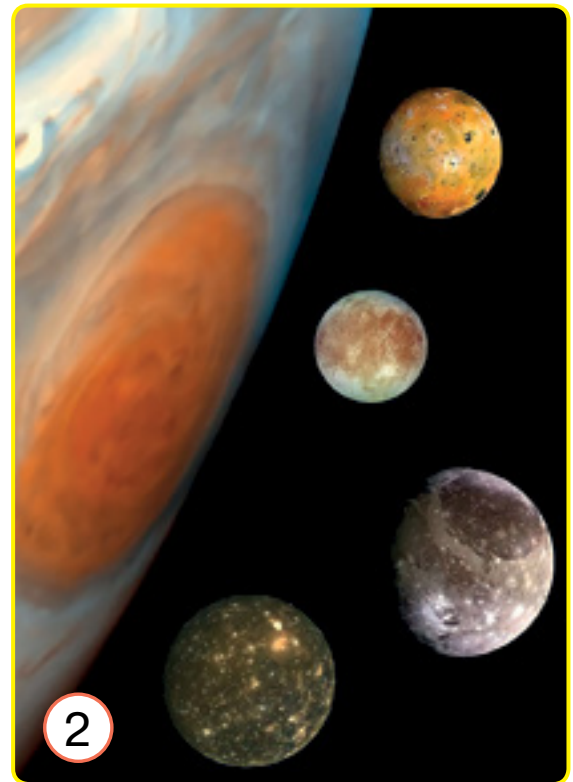
1 Що об'єднує планети-гіганти

До планет-гігантів належать Юпітер, Сатурн, Уран та Нептун (мал. 133). Ці кулясті тіла з дуже густого газу не мають твердої поверхні. Вони вкриті густою атмосферою, у якій дмуть потужні вітри й гігантські вихори. Усі газові гіганти мають кільця. У них багато супутників. Станом на 2022 рік у Сатурна налічувалося 82 супутники, у Юпітера — 79, в Урана — 27, у Нептуна — 14. Найбільший супутник у Сонячній системі — Ганімед.



Мал. 133. Володарі кілець: Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун
(зліва направо)

Галілеєві супутники належать до найбільших (за масою) об'єктів Сонячної системи після Сонця та великих планет, а Ганімед навіть більший, ніж Меркурій.



Мал. 134. Галілеєві супутники: 1 — спостереження в бінокль (телескоп); 2 — порівнюючи з Юпітером: Io, Європа, Ганімед та Каллісто (згори донизу)

2 Які особливості планет-гігантів

Юпітер — найбільша планета Сонячної системи. Ця велетенська газова куля обертається навколо своєї осі за 10 годин! Швидке обертання викликає в атмосфері потужні вітри, швидкість яких сягає до 500 км/год. Через це на поверхні планети ти бачиш кольорові смуги. Особлива відзнака Юпітера — Велика Червона Пляма (мал. 134.2). Це гігантський вихор, який астрономи спостерігають уже 300 років.

Сатурн, так само як Юпітер, здавна спостерігали неозброєним оком. Навколо Сатурна красуються тисячі кілець, кожне з яких складається з крижаних уламків (мал. 135). Супутник Сатурна Титан має власну густу атмосферу, а на Енцеладі космічний апарат виявив сліди води, яку вивергають гейзери (мал. 136).

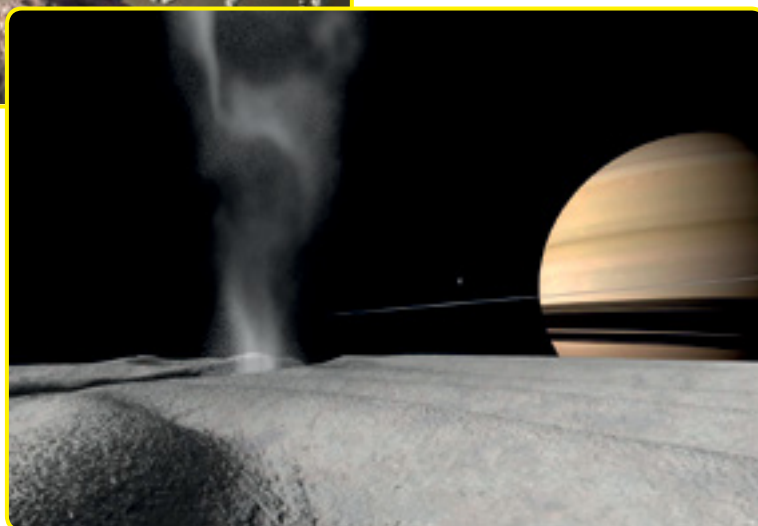
Уран — це перша планета, відкрита за допомогою телескопа. Уран — найхолодніша планета Сонячної системи. Найнижча температура, зареєстрована в атмос-



Мал. 135.
Кільця Сатурна
складаються з
велетенської
кількості уламків



Наукові
суперечки



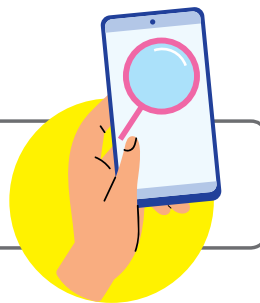
Мал. 136. Гейзер на Енцеладі

фері Урана, становить -224 °С. Планета обертається навколо Сонця, «лежачи на боці», а вісь обертання перебуває практично в площині орбіти.

Нептун — єдина планета Сонячної системи, яку не видно неозброєним оком. Космічні апарати зафіксували на Нептуні найсильніші вітри серед планет Сонячної системи.

Дослідження, спостереження

Модель вихорів на Юпітері



Коротко про головне

1. Юпітер, Сатурн, Уран та Нептун — газові гіганти, планети, що розташовані далеко від Сонця. Вони вкриті густою атмосферою, не мають твердої поверхні, швидко обертаються навколо осі.
2. Особливість планет-гігантів — наявність кілець та велика кількість супутників.
3. Юпітер — найбільша планета Сонячної системи, Сатурн має найбільшу кількість супутників, Уран обертається, «лежачи на боці», а на Нептуні зафіксовано найсильніші вітри.

§ 30

МАЛЕЧА СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

1 Чому вони карликові

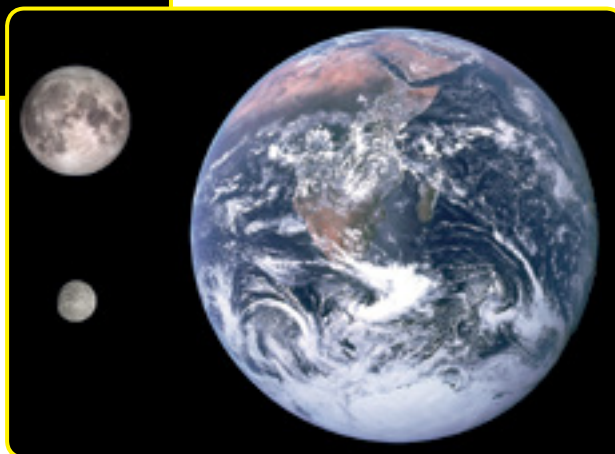
Карликові планети набагато менші, ніж великі (навіть менші від Місяця). Найбільша карликова планета — Плу-тон (мал. 137). До 2006 року Плутон був великою плане-тою, доки астрономи не відкрили за орбітою Нептуна тіла більші, ніж Плутон. Учені назвали нову групу небес-них тіл карликовими планетами. Вони менші, ніж великі планети, і мають «засмічену» орбіту — рухаються поруч



Мал. 137. Плутон та його найбільші супутники — Харон, Нікс і Гідра



Наукові суперечки



Мал. 138. Порівняльні розміри Землі, Місяця та Церери

із іншими невеликими тілами. Чотири карликові планети — Плутон, Макемаке, Хаумеа й Ерида — рухаються за орбітою Нептуна, а п'ята — Церера (мал. 138) — між орбітами Марса і Юпітера. Науковці вважають, що існують десятки й навіть сотні карликових планет, які ще буде відкрито.

У карликових планет теж є супутники. Найбільше їх у Плутона — п'ять.

Завдання

Визнач за мал. 138, у скільки разів Земля більша за Місяць, а Місяць — більший за Цереру.

2 Які тіла в Сонячній системі малі

Між орбітами Марса і Юпітера (у так званому головному поясі) кружляють мільйони **планетоїдів (астероїдів)** — невеликих кам'янистих тіл неправильної форми. Орбіти деяких планетоїдів витягнуті й сягають за орбіту Нептуна. Учені вважають, що планетоїди можуть поповнити інформацію про виникнення Сонячної системи, тому надсилають до них космічні зонди (мал. 139).

Комети — це льодяні брили вкупі з пилом та пористими кам'яними частинками. Коли комета наближається



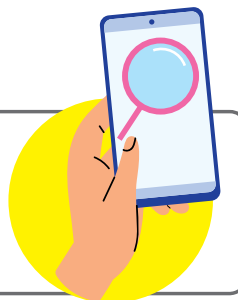
Мал. 139. Зонд NEAR на фоні планетоїда Ероса. За приблизними оцінками, на Еросі більше золота, срібла, міді та інших корисних копалин, ніж людство видобуло їх за всю свою історію

Мал. 140. Комета Хейла–Боппа — одна з найяскравіших за декілька останніх десятиліть. Зауваж, комета має два видимих хвости



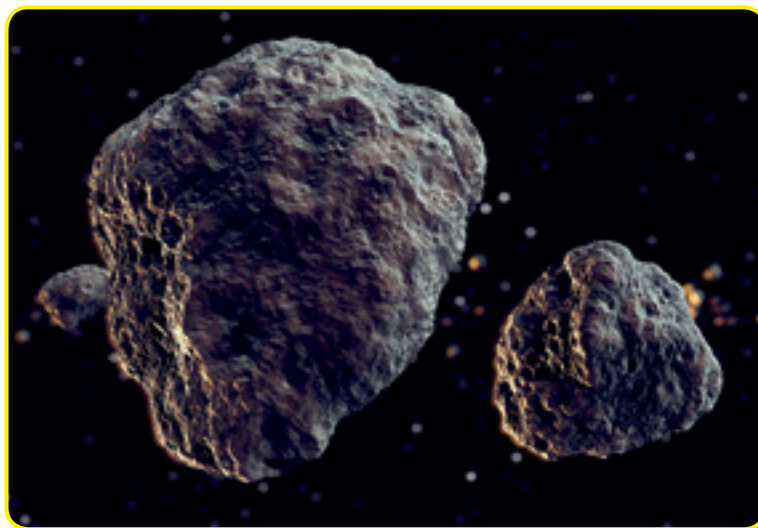
Дослідження, спостереження

1. Модель освітлення планетоїдів
2. Рецепт комети



ся до Сонця, лід тоне, випаровується, а навколо ядра комети утворюється кома — хмара з пилу й газу. Під дією Сонця пил і газ вириваються з голови комети, утворюючи пиловий і газовий хвости, які простягаються на мільйони кілометрів (мал. 140).

Космічний пил утворюють частинки завбільшки від декількох молекул до 0,1 мм. Разом із більшими твердими об'єктами, розміром до 10 м, космічний пил утворює групу небесних тіл, які астрономи називають **метеороїдами** (мал. 141). Щодня в атмосферу Землі потрапляє понад 4 млрд космічних тіл із групи метеороїдів. Це приблизно 100 тис. тонн космічної речовини, що рухається зі швидкістю від 10 до 70 км/с. Зазвичай це дрібне каміння, яке згорає у верхніх шарах атмосфери, не долетівши до земної поверхні. Метеороїди, що все ж долітають до Землі, називаються **метеоритами** (мал. 142).



Мал. 141. Метеороїди

Мал. 142. Найбільший на Землі метеорит Гоба (66 тонн)



3 Де кратери, а де астроблеми

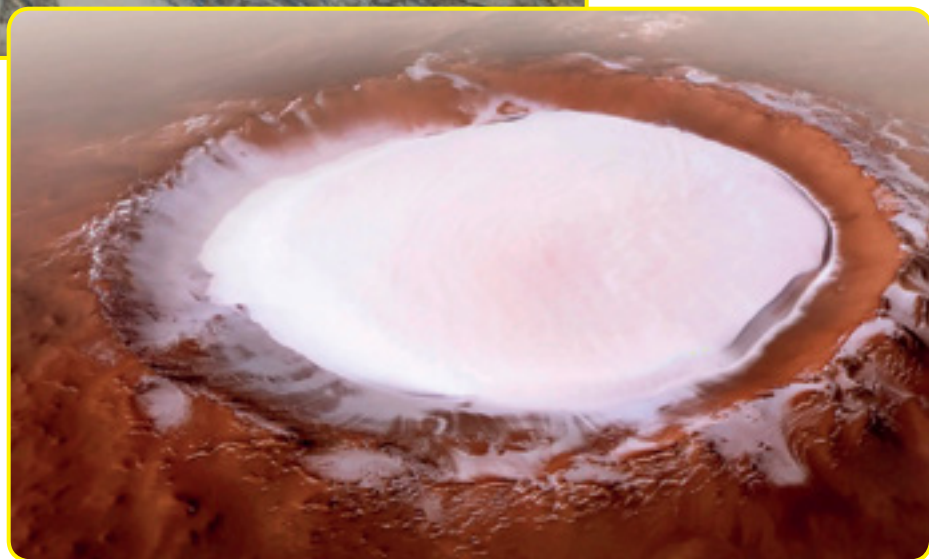
Більшість метеороїдів згорає в земній атмосфері. Наслідком падіння дуже великих тіл на Землю є кільцеподібні структури — астроблеми (мал. 143). На всіх інших небесних тілах такі структури називають кратерами.

Астроблема — кільцеподібна структура на поверхні Землі, що утворилася внаслідок падіння небесного тіла.



Мал. 143.
Астроблема
Пінгуаліт
(Канада)

Мал. 144. Кратер
Корольов —
гігантська чаша
з льодом на
Марсі

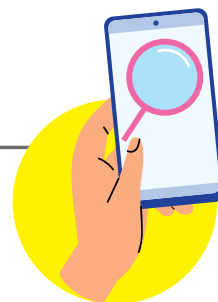


Небесні тіла, які не мають атмосфери (або мають дуже розріджену атмосферу), рясно всіяні метеоритними кратерами (мал. 144). Такі кратери є на місячній поверхні, на Меркурії, на Марсі, на супутниках планет, на карликових планетах, на планетоїдах.

Дослідження, спостереження

Кратери в тарілці

Сплануй експеримент і з'ясуй, як залежить розмір кратера від висоти та маси тіла, що падає.



Кратери в тарілці

Коротко про головне

1. Карликові планети — це клас небесних тіл, менших, ніж великі планети. Вони мають кулясту форму, супутники, але рухаються «неочищеною» орбітою, разом із великою кількістю метеороїдів.
2. До малих тіл Сонячної системи належать планетоїди, метеороїди, комети.
3. Унаслідок падіння метеоритів на поверхні небесних тіл виникають округлі западини — кратери, які називають астроблемами.

§ 31

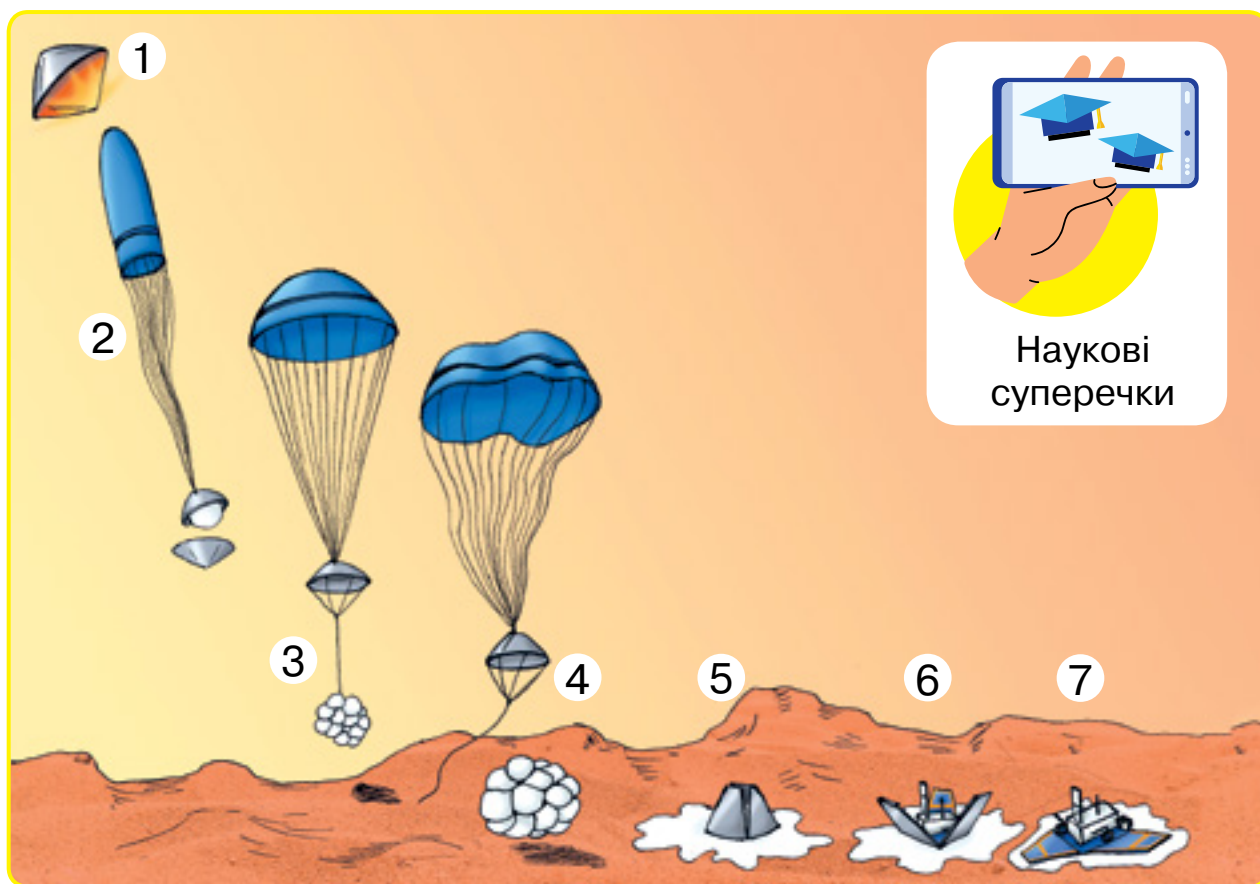
Як досліджують Сонячну систему

1 Як працює космічний зонд

Для досліджень космічних теренів поза Місяцем використовують безпілотні зонди. Вони дешевші, ніж пілотовані космічні кораблі, і дістаються туди, куди людина потрапити не може. Усі зонди працюють за однаковою схемою. Космічний корабель наближається до планети, фотографує її поверхню і збирає необхідну інформацію. Після цього орбітальні апарати виходять на орбіту планети й стають її штучними супутниками. Тепер черга за спусковим апаратом, який опускається на поверхню планети (мал. 145).

Космічні зонди побували на всіх планетах Сонячної системи. Зонд «Кассіні» пролетів повз Венеру (двічі), Землю, Юпітер і досягнув Сатурна. Космічний зонд «Гюйгенс» відвідав супутник Сатурна — Титан.

Станом на 2023 рік на поверхні Марса працює два ровери, а на його орбіті перебуває 6 орбітальних апаратів. Науковці планують місії до Марса, які передадуть на Землю зразки марсіанського ґрунту, та місії, що вийдуть на орбіту Меркурія, Нептуна і Європи — таємничого супутника Юпітера.



Мал. 145. Як працює космічний зонд: 1 — спусковий апарат; 2 — апарат гальмує; 3 — подушка навколо посадкового модуля наповнюється повітрям; 4 — модуль опускається на поверхню Марса; 5 — повітря виходить із подушки; 6 — подушка спадає, відкривається капсула з марсоходом; 7 — марсохід залишає посадковий модуль і досліджує поверхню

2 Звідки в космосі сміття

Після того як ракета відправить на орбіту необхідні вантажі, вона здійснює керований спуск і згорає в атмосфері над заздалегідь визначеним регіоном Землі, таким як ненаселена ділянка океану. Сьогодні навколо



Мал. 146. Американка Л. Вільямс демонструє уламок ракетносія «Delta», що впав на неї 22 січня 1997 р.



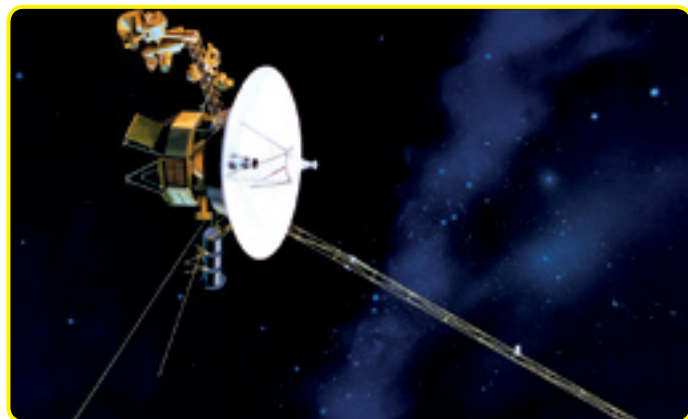
Мал. 147. Після вибуху космічного корабля «Челленджер» у 1986 році великий уламок апарата майже 11 років плавав в океані, поки його не винесло на берег одного з пляжів штату Флорида

Землі обертається понад 10 000 космічних об'єктів, серед яких діючі супутники становлять незначну частину. Решта — це космічне сміття (ступені ракет-носіїв, розгінні блоки), що вже зараз становить реальну загрозу діяльності людини в космосі. Із часом ця загроза зростатиме, адже кількість уламків після зіткнень зростає в геометричній прогресії. Частина сміття падає на Землю (мал. 146, 147). Хто несе відповідальність у разі, коли відпрацьований супутник, запущений однією державою, протаранить автоматичну станцію, що належить іншій країні?

3 За межі Сонячної системи

Що далі в космос ми хочемо дістатися, то потужнішими мають бути двигуни ракет, то більше палива для них потрібно. А більша маса палива вимагає ще більшої потужності двигунів. Учені знайшли дотепний вихід, щоб розірвати це замкнене коло. Спершу реактивні двигуни розганяють ракету в напрямку Юпітера та Сатурна, а вже потім сила тяжіння цих планет-гігантів викривлює траєкторію польоту космічного корабля й надає йому прискорення без додаткових витрат палива. Тепер корабель рухатиметься достатньо швидко, щоб подолати притягання Сонця. Для використання такої ідеї необхідне особливе розташування планет на момент старту.

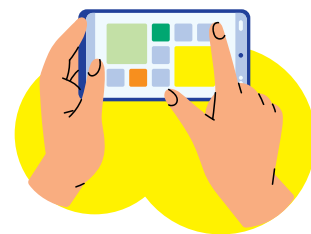
Проте шлях польоту за такої умови збільшується, і подорож до околиць Сонячної системи триватиме десятки років. Американський космічний зонд «Вояджер-1» стартував із Землі в 1977 році, а межу Сонячної системи перетнув через тридцять п'ять років. Зараз апарат перебу-



Мал. 148. «Вояджер» досліджує околиці Сонячної системи

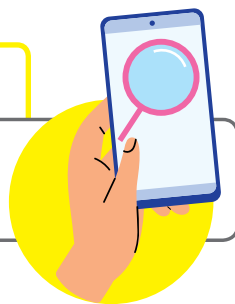
ває на відстані 20,5 млрд км від Землі і є найбільш віддаленим від нас штучним об'єктом.

Детальні розрахунки показують, що зонд, обладнаний сонячними вітрилами, може розвинути швидкість 100–150 км/с! Подорож до околиць Сонячної системи займе приблизно 10 років, і для цього не потрібні реактивні двигуни. Тож мрія про далекі космічні подорожі цілком здійсненна!



Дослідження, спостереження

Поціль у планету



1. Майбутнє космічних подорожей
2. Космічні дослідження

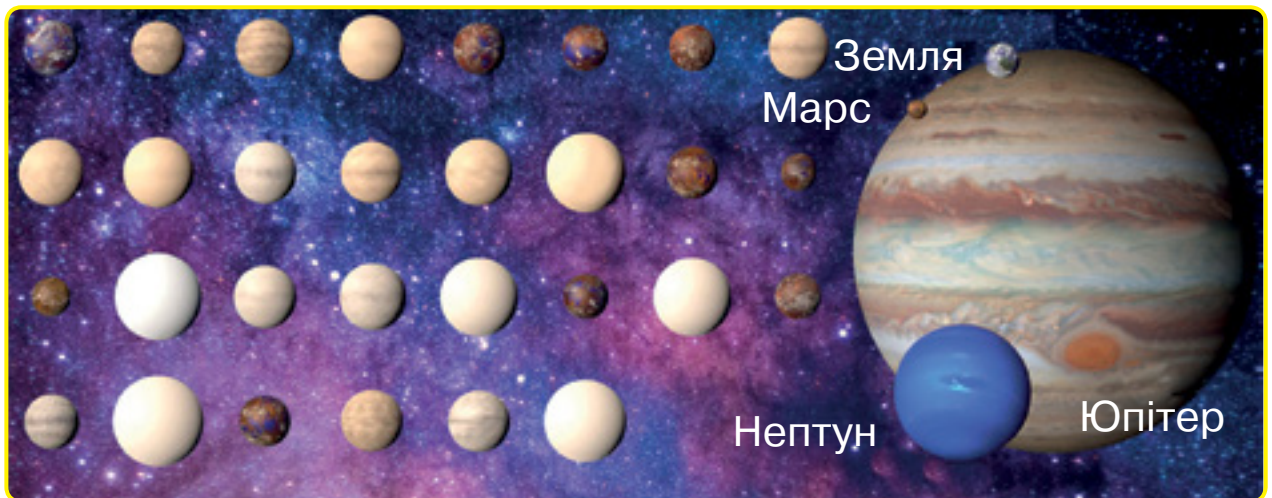
Коротко про головне

1. Для дослідження Сонячної системи ефективно використовують безпілотні космічні зонди.
2. Для далеких космічних місій науковці використовують особливе розташування планет, під час яких планети викривляють траєкторію польоту космічного корабля та надають йому прискорення без додаткових витрат палива.
3. Для реалізації космічних подорожей за межі Сонячної системи необхідні нові ідеї та технології (читай пізнавальні статті до цієї сторінки).

§ 32 Ми тут. А де всі?

1 Скільки зір у Всесвіті

Учені порахували: зір на небі приблизно стільки, скільки піщинок на Землі. Набери в долоні пригоршню піску. Уяви, скільки піску на Землі: на дні морів і океанів, на їхніх берегах, у всіх пустелях світу! Поглянь: кожна піщинка — це зоря, навколо якої може обертатися планета, можливо, схожа на нашу Землю. Як багато зір у Всесвіті! Як ти гадаєш, серед них можуть бути такі, де є життя? Більшість учених переконані, що ми не самотні у Всесвіті. Нобелівську премію 2019 року присуджено швейцарським астрономам Мішелю Майору і Дідьє



Мал. 149. Екзопланети, що потрапляють у зону життя, порівняно з планетами Сонячної системи

Кело, які відкрили екзопланети, що рухаються навколо зір, схожих на наше Сонце. Можливо, саме на цих планетах мешкають розумні істоти.

Дослідження, спостереження

Зліпи інших істот



Наукові суперечки

2 Що таке зона життя

Оцінити кількість планет, на яких можливе життя, не просто, адже інопланетне життя й умови його виникнення можуть бути не такі, як на Землі. Але ми змушені орієнтуватися на життя земне, бо іншого не знаємо.

Запитання

Пригадай, у чому унікальність планети Земля. Які фізичні чинники на нашій планеті є важливими для існування різних форм життя?

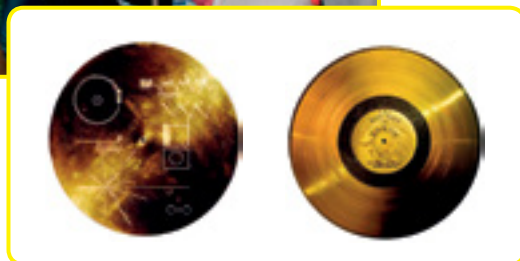
Зона життя — це певна ділянка навколо планети, у межах якої умови на її поверхні приблизно такі самі, як на Землі, і передбачають існування води в трьох станах. У Сонячній системі лише три



Проект «Planet Hunters».
Полювання на екзопланети

планети потрапляють у зону життя — Венера, Земля і Марс.

Інший важливий фактор — стабільність умов на планеті протягом досить довгого проміжку часу. Для цього потрібно, щоб планетна орбіта була майже коловою, що є можливим у планетних системах з одним центральним світилом. Планета повинна мати достатню масу для того, щоб втримати атмосферу, і розташовуватися



Мал. 150: 1 — найбільший радіотелескоп в Україні відправив у космос «Промінь мрій», у якому зашифрували 100 тисяч дитячих малюнків; 2 — платівки з інформацією про Землю на борту «Вояджера-2»; перший розділ послання містить вітання 55-ма мовами, зокрема й українською: «Посилаємо привіт із нашого світу, бажаємо щастя, здоров'я і многая літа.»

на такій відстані від своєї зорі, щоб у приповерхневому шарі могла існувати рідка вода. Із цієї причини пошуки життя на Місяці, Меркурії, на деяких супутниках інших планет, а також на астероїдах і ядрах комет можна вважати безперспективними.

Станом на 2023 рік ми знаємо напевне про існування більше ніж 30 екзопланет (мал. 149), які потрапляють у зону життя. Але чи виникло там життя? Чи є там розумні істоти? На якому етапі розвитку цивілізації перебуває там життя? Ми не знаємо. Проте це не заважає землянам шукати розумних істот у Всесвіті (мал. 150).

Всесвіт зберігає мовчання. Можливо, ми просто не чуємо, що нам гукають у відповідь, бо не здогадуємося, звідки чекати послання й коли саме. До того ж відповідь не обов'язково надійде в радіо- чи оптичному діапазонах. Для зв'язку може бути використано інші канали: гравітаційні хвилі, нейтрино, рентгенівські промені чи гамма-випромінювання. Багато каналів зв'язку людству ще потрібно відкрити, щоб почути Всесвіт.

3 Чому людство залишить Землю

Через мільярди років у процесі еволюції неминуче збільшаться розміри й активність Сонця. Життя на Землі стане неможливим. Тому людство в далекій пер-

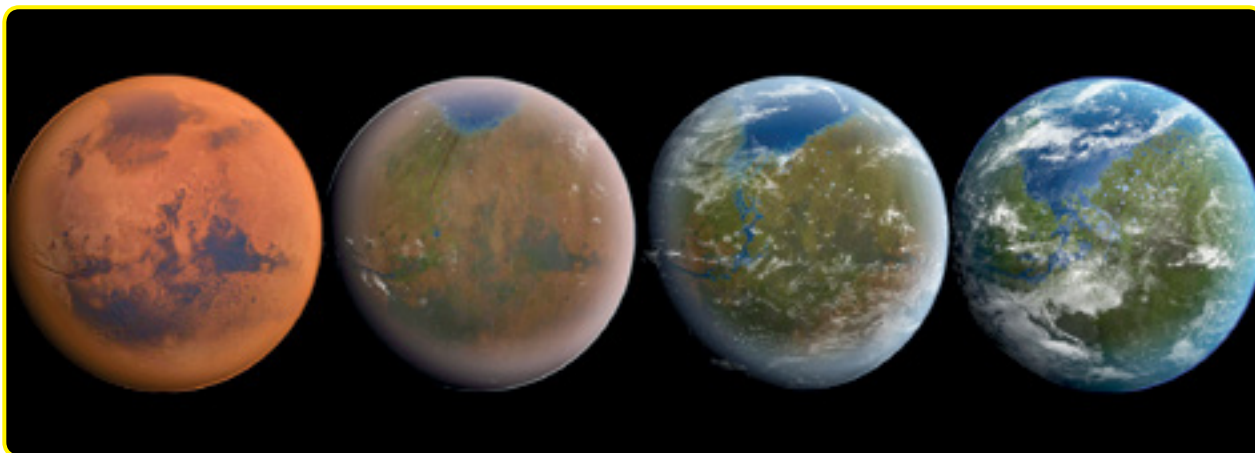


Мал. 151. Проєкт «Едем» (Велика Британія). Найбільший у світі оранжерейний комплекс

спективі буде прагнути переселитися в більш комфортну зону Сонячної системи або змінити умови космічного тіла так, щоб вони були придатними для життя. Уже сьогодні існують проєкти колонізації інших небесних тіл (мал. 151).

Тераформування — зміна кліматичних умов певного космічного тіла і створення умов, придатних для проживання людини, земних рослин і тварин.

Марс — найбільш перспективне для тераформування тіло Сонячної системи (мал. 152). Умови на ньому багато в чому схожі на земні. На Марсі є вода, теоретично на марсіанському ґрунті можна вирощувати рослини. Але на поверхні планети дуже значні добові й річні



Мал. 152. Етапи тераформування Марса. Ілюстрація

коливання температури, надзвичайно слабе магнітне поле та низький тиск. Ці чинники стають суттєвими перешкодами на шляху до успішної колонізації планети. Щоб визначити потенційну можливість тераформування Марса в недалекому майбутньому, проводяться дослідження (більше дізнайся з пізнавального матеріалу).

Якщо вдасться підвищити середню температуру на поверхні Марса хоча б на $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ та ущільнити його атмосферу, життя на цій планеті стане можливим. За підрахунками вчених, для досягнення цієї мети знадобиться приблизно сто років. За цей час на Марсі має з'явитися атмосфера, близька до земної за своїми фізико-хімічними параметрами, та достатні запаси води в рідкому стані.



Тераформування

4 Чи самотні ми у Всесвіті

На це питання немає відповіді. Пошуки тривають. Можливо, ми переконаємося, що справді самотні в цьому холодному безконечному просторі, а наша планета — перша, на якій зародилося життя. Ми — перші розумні істоти у Всесвіті чи останні? А можливо, контакт з іншими істотами буде, і ми ввійдемо до Всегалактичної ради?

Коротко про головне

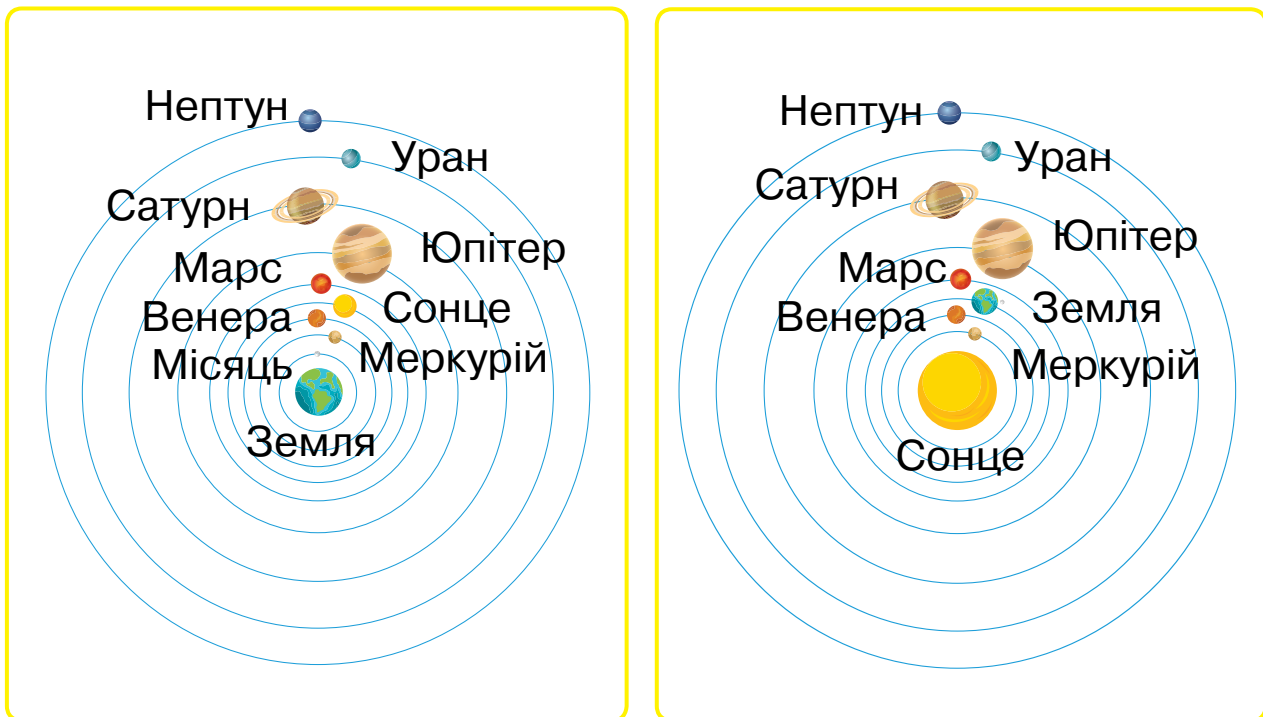
1. Більшість учених переконані, що ми не самотні у Всесвіті.
2. Екзопланети — це планети, які рухаються навколо зір, схожих на наше Сонце. Науковці передбачають, що саме на цих планетах може бути життя.
3. У процесі еволюції неминуче збільшаться розміри й активність Сонця. Життя на Землі стане неможливим. Тому людство в далекій перспективі буде прагнути переселитися в більш комфортну зону Сонячної системи або змінити умови космічного тіла так, щоб вони були придатними для життя.
4. Тераформування — зміна кліматичних умов певного космічного тіла і створення умов, придатних для проживання людини, земних рослин і тварин.
5. Умови на Марсі схожі на земні, тому ця планета найбільш перспективна для тераформування.

§ 33

ЯК ВЛАШТОВАНИЙ ВСЕСВІТ

1 Гео чи геліо

Здавна люди спостерігали за зоряним небом. Пригадай фотографію зоряного неба (§ 17, мал. 76). Спостерігачеві видається, що небесна сфера обертається навколо велетенської осі, що є продовженням земної осі. Не дивно, що колись центром Всесвіту вважали Землю, навколо якої обертаються зорі, планети, Сонце та Місяць (мал. 153.1).



Мал. 153: 1 — геоцентрична система світу;
2 — геліоцентрична система

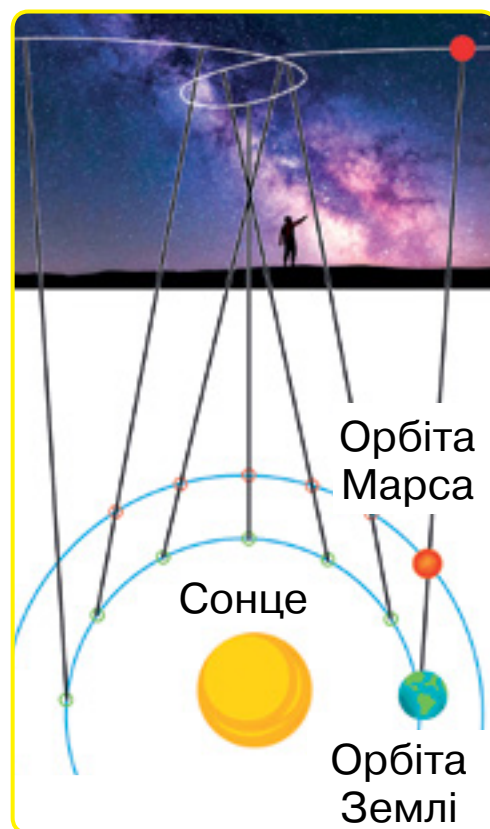
Система світу, у центрі якої розташована Земля, а навколо неї по колових орбітах обертаються планети, Сонце та Місяць, називається **геоцентричною**.

ЗАПИТАННЯ

Гео (гр. Земля) — перша частина складних слів, що стосується Землі. Пригадай, які ще терміни починаються з «гео».

Геоцентрична система пояснювала видиме добове обертання зір та Сонця відображенням обертання Всесвіту навколо світової осі. Однак деякі явища пояснити було вкрай важко. Якщо Сонце й Місяць завжди рухаються в одному напрямку (із заходу на схід), то планети іноді рухаються й у зворотному, періодично «задкуючи» на тлі зір (мал. 154).

Щоб пояснити рух планет й усвідомити істину, знадобилися тисячоліття. У 1543 році в праці «Про обертання небесних сфер» польський учений Міколай Коперник



Мал. 154. Чому планети «петляють» на небі

проаналізував відомі на той час моделі Всесвіту і довів правдивість однієї з них — геліоцентричної (мал. 153.2).

За **геліоцентричною** системою, Сонце і планети утворюють систему, у центрі якої розташоване Сонце, а планети обертаються навколо нього.

Геліоцентрична система пояснює, що видимий рух небесної сфери є ілюзією внаслідок відносності руху. Причина такого руху насправді в тому, що ми спостерігаємо за зоряним небом і планетами, що рухаються, із Землі, яка також рухається — обертається навколо своєї осі та навколо Сонця.

ЗАПИТАННЯ

1. Геліо (гр. Сонце) — у складних словах відповідає поняттям «сонце», «сонячний». Пригадай такі слова та їхнє значення.
2. Про яке небесне тіло писав Міколай Коперник: «А де ще в такому пишному храмі можна було б зручніше помістити цей світоч, як не в тому місці, звідки він може освітлювати одночасно усе»?

ЦЕ ЦІКАВО

Геліоцентричну систему світу запропонував давньогрецький астроном Аристарх Самоський у III ст. до н. е. Його ідею майже через 2000 років підтримав Міколай Коперник.

2 Який він, Всесвіт

Сьогодні ми знаємо, що Всесвіт утворився приблизно 14 мільярдів років тому і є велетенським. У ньому мільярди мільярдів зір, серед яких є такі, що мають планетні системи. Мільярди зір утворюють велетенські «зоряні острови» — галактики. Учені вважають, що існує 150 мільярдів галактик, і це приблизно стільки само, скільки секунд минуло за 6 000 років історії людства. Галактики мають різні форми — спіральні, овальні, неправильної форми. Вони обертаються з величезною швидкістю навколо своїх центрів.



Наукові
суперечки

Мал. 155. Вигляд Молочного Шляху залежить від пори року й географічної широти. Спостерігай!

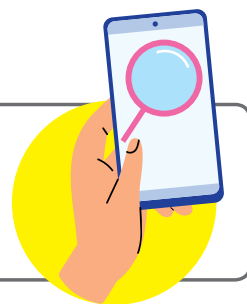
Сонячна система, до якої належить наша Земля, є мікроскопічною пилинкою в гігантському Всесвіті. Вона розташована на периферії галактики, що має

назву Молочний Шлях. Усі зорі, які ми бачимо на небі неозброєним оком, належать до цієї галактики. Якщо дивитися в напрямку центру нашої галактики, кількість зір зростає, а на небі це виглядає як світла смуга (мал. 155). В Україні Молочний Шлях здавна називають Чумацьким.

Наш Всесвіт розширюється. Що це означає? Найкраще розширення простору асоціюється зі збільшенням поверхні тістечка з родзинками або поверхні повітряної кульки, яку надувають. При цьому площа поверхні кульки — двовимірного простору — збільшується, хоча меж у такої поверхні немає. Якщо намалювати на поверхні кульки декілька «двовимірних» галактик, то під час її надування відстань між такими галактиками, виміряна вздовж поверхні кульки, збільшуватиметься. Цей приклад — досить точна аналогія того, як відбувається розширення нашого тривимірного простору і як змінюються відстані між галактиками. Отже, ми живемо в просторі, що розширюється.

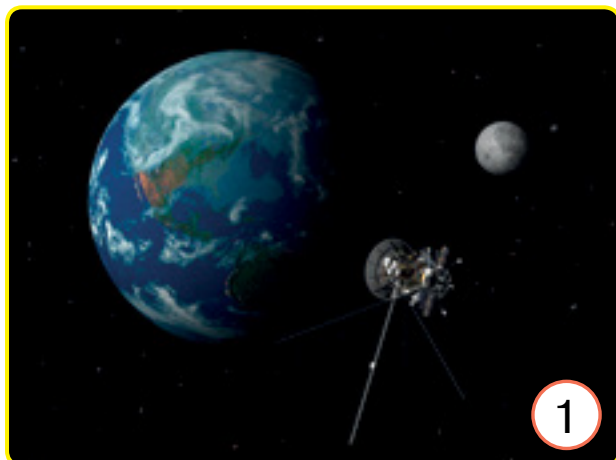
Дослідження, спостереження

1. Galaxy Zoo. Твої власні дослідження галактик
2. Модель Всесвіту, який розширюється



3 Яка наша адреса у Всесвіті

Космологи встановили, що галактики — це основні об'єкти Всесвіту. Найчастіше галактики утворюють такі самі групи, як Місцева Група галактик, до якої входить наша галактика. Групи, у свою чергу, утворюють



Мал. 156. Сонячна система — це малесенька піщинка, що згубилася в галактиці Молочний Шлях, а галактика — це зоряний острів у безмежному Всесвіті: 1 — Земля і Місяць; 2 — Сонячна система; 3 — галактика; 4 — скупчення галактик (фото телескопа Джеймса Вебба)

скупчення галактик. Скупчення галактик утворюють скупчення скупчень галактик. Чи це вже все? Ніхто цього не може знати. Тож нашу космічну адресу у Всесвіті можна записати так: Всесвіт — Місцева Група галактик — Молочний Шлях — Сонячна система — Земля (мал. 156).

Спостерігаючи за зоряним небом, ми подорожуємо в часі. Коли ми дивимося на тіла поблизу нас, то бачимо їх такими, якими вони є насправді. Але що далі перебуває від нас тіло, то більше часу треба, щоб світло, яке воно випромінює (або відбиває), дійшло до нас. Місяць розташований від нас на відстані 1,3 світлової секунди, а найближча до нас зоря — Альфа Центавра — на відстані 4,3 світлового року. Коли ми дивимося на неї, то бачимо її такою, якою вона була 4,3 року тому. А коли споглядаємо окраїни Чумацького Шляху, бачимо їх такими, якими вони були 80 тисяч років тому. Якби хтось відтіля дивився на Землю, то бачив би її такою, якою вона була за часів динозаврів.

Цікаво, яка доля очікує людство? Від чого залежить, чи буде воно благоденствувати й процвітати в далекому майбутньому? А чи може воно самознищитися під час зведення рахунків, адже



Майбутнє
людства

тепер ми маємо ядерну, хімічну та бактеріологічну зброю? Відповіді на ці запитання шукай у пізнавальному матеріалі до с. 41.

Завдання

На пам'ятнику Копернику в Польщі зроблено напис: «Той, хто зупинив Сонце і зрушив Землю». Як ти розумієш цей вислів?

Коротко про головне

1. Система світу, у центрі якої розташована Земля, а навколо неї по колових орбітах обертаються планети, Сонце та Місяць, називається геоцентричною.
2. Система світу, у центрі якої розташоване Сонце, а планети обертаються навколо нього, називається геліоцентричною.
3. Спостережуваний нами Всесвіт наповнений мільярдами зір, які згруповано в галактики. Наш Всесвіт розширюється.
4. В одній із галактик під назвою Молочний Шлях розташована Сонячна система й наша Земля.

Відкрий ресурс і виконай завдання на узагальнення знань до розділу 3. →



Розділ 4. Пізнаємо взаємозв'язки в природі



§ 34 Що таке середовище існування

1 Що таке взаємозв'язки організмів у природі

Середовище існування має величезний вплив на організми і складається з багатьох чинників. Усім організмам потрібна вода, повітря та їжа. Тому вони тісно пов'язані із середовищем існування й залежать від його умов. Життя озерної жаби залежить від води, бо лише там вона може відкласти ікру; вовк не може жити без лісу, води, звірів, на яких він полює; для зайця величезне значення має наявність рослинної їжі й відсутність хижаків у середовищі.

Екосистема — це сукупність живих організмів, які пристосувалися до спільного проживання в певному середовищі існування й утворюють з ним єдине ціле.

У природі загалом є дуже багато взаємозв'язків організмів між собою та із середовищем. Наука, яка вивчає взаємозв'язки між організмами та між організмами й

середовищем, називається екологією. Одне з основних понять екології — екосистема (від грецьких слів «ой-кос» — оселя і «сістема» — поєднання).

Чинники середовища, які впливають на ріст, розвиток і активність організмів, поділяють на три групи: чинники неживої природи (світло, тепло, вода, мінерали, повітря), чинники живої природи (усі організми) та вплив діяльності людини (вирубання лісів, забруднення атмосфери, будівництво доріг, зведення міст тощо). Усю сукупність необхідних для організмів чинників середовища називають **умовами існування**.

За особливостями умов розрізняють чотири типи середовищ існування: наземно-повітряне, водне, ґрунтове та організм, який також може бути середовищем існування. Організми можуть мешкати в одному або в декількох середовищах. Наприклад, риби живуть у воді, а земноводні живуть на суходолі, але розмножуються у воді.



Наукові суперечки

Завдання

У якому середовищі живуть організми, зображені на мал. 157? Наведи приклади, як вони взаємодіють між собою та впливають на середовище.



Мал. 157. Організми та середовища їхнього існування:

1 — жуки-короїди; 2 — кріт і дощовий черв'як; 3 — ряска і жаба;
4 — омелюх і калина

2 Яке значення чинників неживої природи для організмів

Компоненти середовища існування, позбавлені життя, називають **чинниками неживої природи**. Це природні тіла, явища в космосі та в оболонках Землі, що впливають на живі організми (див. таблицю 11). Чинни-

ки неживої природи визначають, які саме види організмів можуть існувати в певному середовищі.

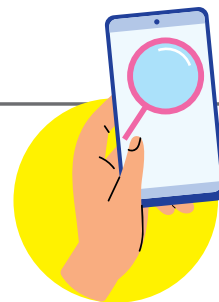
Таблиця 11

Чинники неживої природи

Космічні	Сонячне випромінювання, рухи і взаємодія Землі та Місяця
Земні	Атмосферні: повітря та його властивості (вологість, температура, газовий склад), вітер, атмосферні опади
	Гідросферні: вода та її властивості (плинність, сольовий склад, температура), течії
	Літосферні: ґрунт та його властивості (родючість, кислотність), гірські породи, рельєф, вулканічна діяльність

Дослідження, спостереження

1. Як сонячне світло впливає на життя організмів
2. Кому який ґрунт до вподоби



Запитання

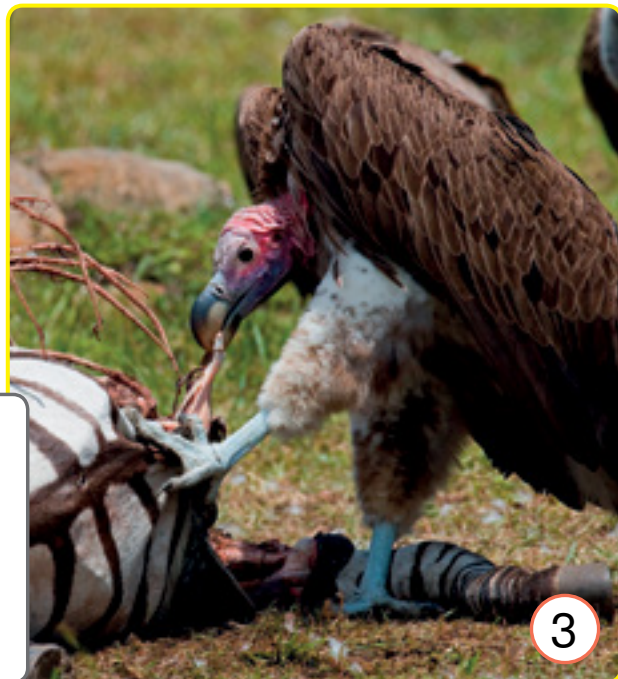
Чи впливає, на твою думку, кількість води на життя організмів? Вислов гіпотезу та сплануй експеримент для її перевірки. Обговори результати в класі.

3 Як організми впливають на середовище

Усі організми, незліченна кількість бактерій, рослин, грибів, тварин, не лише пристосувалися до середовища, вони змінюють його. Живі істоти здатні перетворювати й транспортувати енергію та інформацію в усіх середовищах життя. Грифи — відомі птахи-санітари. Якби



Мал. 158. Вплив організмів на середовище: 1 — губки, природні біофільтри водойм; 2 — руді лісові мурахи знищують шкідників лісу; 3 — грифи, птахи-санітари



Завдання

Поміркуй, які зміни в середовищі могли б відбутися, якби щезли губки? Руді мурахи? Падальники?

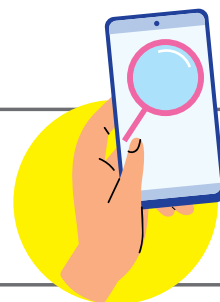
не було падальників, здоров'я і життя людей були б під загрозою. Мурахи й птахи є важливими регуляторами чисельності шкідників лісу, молюски й губки очищують водойми (мал. 158).

Завдання

Знайди в лісі мурашник і з'ясуй, вологою чи сухою є ця ділянка, освітлена вона чи затінена, чи є поблизу пожива для мурах. Зроби висновок, чому мурахи облаштували свій дім саме тут.

Дослідження, спостереження

Дослідження поведінки й пристосувань тварини (інформаційний проєкт)



Від рослин залежить вміст кисню й вуглекислого газу в земній атмосфері. Черепашки одноклітинних водоростей, амеб, молюсків утворюють осадові гірські породи (діатоміт, вапняк). Дощові черв'яки, бактерії гниття та ґрунтові гриби розкладають органічні рештки й утворюють ґрунт. Завдяки життєдіяльності залізобактерій на дні боліт і морів формується залізна руда, ґрунтові сіркобактерії утворюють неорганічні солі, без яких

неможливе життя рослин. Ці та багато інших прикладів указують на те, що організми активно змінюють середовище свого існування.

ЦЕ ЦІКАВО

Мурахи стримують наростання чисельності шкідливих комах і запобігають виникненню масових нашествь шкідників лісу. Вони розпушують і збагачують ґрунт, поліпшують його водний і повітряний режим, створюючи сприятливі умови для відтворення деревних порід.



Секрети мурашок

КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Чинники середовища поділяють на три групи: чинники неживої природи, чинники живої природи та вплив діяльності людини.
2. Середовище життя (існування, проживання) — це частина природи, що безпосередньо оточує організми й зумовлює формування певних пристосувань. Розрізняють наземне, водне, ґрунтове середовище життя. Середовищем життя можуть бути також організми.
3. В організмів формуються пристосування до умов існування в певному середовищі життя.
4. Організми не лише зазнають впливів чинників середовища, а й самі активно впливають на нього.

§ 35

ЯКІ УМОВИ ІСНУВАННЯ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1 Які особливості водного середовища

Для мешканців Світового океану важливі світло, повітря, їжа та вода. Вода поглинає велику кількість тепла, утримує його й повільно віддає в навколишній простір. Тому у водному середовищі немає великих перепадів температур. Вода має меншу прозорість, ніж повітря, зате у воді краще чути, адже швидкість звуку у воді значно більша. У воді добре поширюються звукові коливання.



Мал. 159. Водні мешканці: 1 — синій кит сягає в довжину 33 м і має понад 150 т маси, а новонароджене китеня — 7 м і 2 700 кг відповідно; 2 — карликовий морський коник сатомі завдовжки приблизно 14 мм

Завдання

Визнач, у скільки разів відрізняються за розмірами морські тварини, зображені на мал. 159.1 та 159.2.

Поблизу поверхні сонячне світло нагріває воду, надаючи енергію для фотосинтезу рослин. На глибинах понад 200 м темно й холодно, а більшість організмів живиться тим, що опускається з верхніх шарів океану. Світлові умови у водоймах змінюються впродовж доби та сезону.

Тваринам, які активно рухаються, вода чинить більший опір, аніж повітря. На організми у воді діє тиск, що збільшується з глибиною. Водночас вода підтримує тіло тварини, зменшує навантаження на скелет, тому наймасивніші тварини живуть у воді (мал. 159.1). Водні мешканці плавають за допомогою хвилеподібних вигинів тіла (морські змії), плавців (риби), кінцівок з плавальними перетинками (жаби), видозмінених у ласти (кашалоти, тюлені). Плавучість водних тварин забезпечують такі пристосування, як плавальний міхур (короп, окунь), жирові накопичення в тілі (акули, моржі), водовідштовхувальні покриви (гуси, видри). У воді рослин утримують краплинки олій у живих клітинах, повітря в мертвих клітинах, повітряні міхурці, розгалужені вирости тіла, що відіграють роль парашутів.

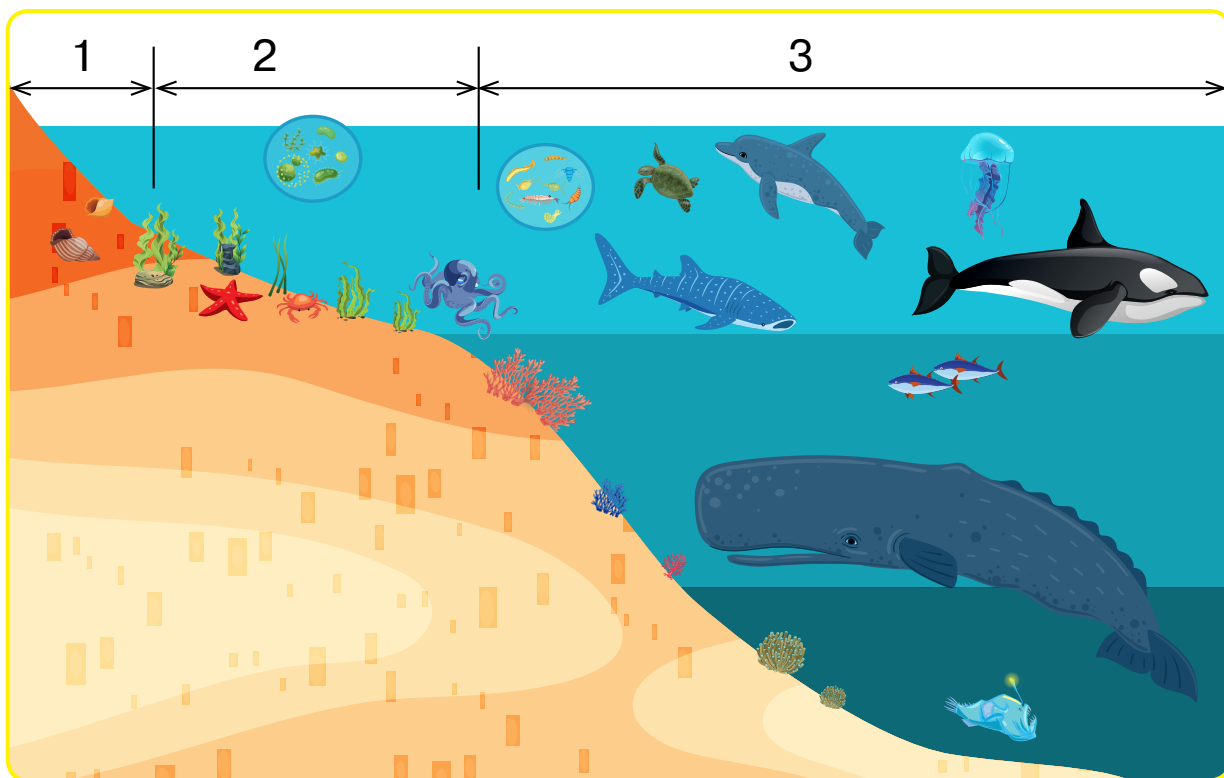
У воді розчинені тверді, рідкі й газуваті речовини (зокрема, кисень та вуглекислий газ), необхідні організмам для дихання та фотосинтезу. За вмістом мінеральних солей водойми поділяють на прісні й солоні.

2 Яке поширення організмів у водному середовищі

Водне середовище заселене неоднорідно. Найбільше організмів живе в прибережних та поверхневих водах, які отримують більше світла, кисню й тепла. У товщі води існує більше організмів, ніж на дні, особливо на великих глибинах (мал. 160).

ЗАПИТАННЯ

Обґрунтуй, у якій зоні океану не ростуть зелені водорості.



Мал. 160. Водне середовище: 1 — зона припливів; 2 — прибережна зона (глибина до 200 м); 3 — океанічна зона (глибина понад 200 м)

Умови існування змінюються і з широтою. У теплих екваторіальних і тропічних водах на невеликих глибинах живе багато теплолюбних організмів (коралів, молюсків, морських зірок, раків, риб, морських черепах). В арктичних та антарктичних водах дуже добра циркуляція води, багато кисню. Різноманітність холодолюбних організмів незначна, проте кількість їх велика.

У прісній воді мешкають одні організми, у солоній — інші. Морських мешканців на планеті набагато більше, оскільки вони мають більше простору для існування.

3 Що таке водні екосистеми

Існують **прісноводні екосистеми** з нерухомою водою (ставки, озера), з рухомою водою (річки, струмки) та водно-болотяні угіддя. Численними продуцентами (утворювачами) у ставках є різноманітні водорості, які вільно плавають у воді. У товщі води живуть крихітні організми — планктон, що є поживою для комах і дрібної риби. Водні комахи мають захист від намокання: їхнє тіло покрите товстим шаром ворсу та водозахисним панциром. У прісноводних екосистемах мешкають також раки, риби, жаби, черепахи. Для протистояння течіям водні тварини мають особливі пристосування: покрите слизом тіло, щоб легко ковзати у воді, обтічну

форму й плавці, перетинки між пальцями. Багато кісткових риб пристосувалися плавати на різній глибині, змінюючи розміри повітряного міхура. Риби й раки дишають зябрами.



Мал. 161: 1 — екосистема ставка; 2 — видри живуть у річках

Серед вищих водних рослин у ставках і озерах можна побачити латаття біле, яке прикріплюється до дна міцним кореневищем, від якого на поверхню води піднімаються плаваючі листки овальної форми. Довкола ставка розростаються високі трав'янисті рослини рогозу й очерету. Поблизу водойм шукають здобич птахи, змії та єноти. Водно-болотяні угіддя є притулком для перелітних птахів. Тут живе й розмножується багато видів птахів та риб.

Океани, моря, морські затоки, лимани — це **екосистеми** із солоною водою. Морські екосистеми — найбагатші за кількістю видів живих організмів. Біологічні ре-

сурси морських екосистем величезні: різноманітні морські водорості (червоні, діатомові, бурі), цінні харчові морепродукти (кальмари, краби, риби) тощо.

Тварини по-особливому пристосувалися до життя в солоній воді. Наприклад, морські черепахи і змії мають на голові сольові залози й періодично «плачуть» для видалення надлишку солей з організму. На глибинах у непроглядній темряві у тварин є очі та світні органи. Морські ссавці, які опанували водне середовище, дихають легенями й піднімаються на поверхню води, щоб вдихнути повітря.



Наукові суперечки

Коротко про головне

1. Поширення водних мешканців пов'язано з відмінностями водного середовища: освітленням, температурою, тиском, умістом солей та розчинених газів у воді.
2. Водні екосистеми поділяють на прісноводні та системи із солоною водою.
3. Найзагальнішими пристосуваннями водних мешканців є плавання, плавучість, зябра, плавальний міхур, видозмінені кінцівки, водовідштовхувальні покриття.

§ 36

Які особливості наземно-повітряного середовища (НПС)

1 Які особливості НПС визначає повітря

На суходолі організми оточені повітрям. Воно прозоре, а в більшості наземних тварин є органи зору та добре розвинений зір. Наприклад, яструб із висоти свого польоту бачить мишу, яка біжить полем. Під час дихання та фотосинтезу організми засвоюють **атмосферний кисень** та **вуглекислий газ**.

Ти вже знаєш, що повітря містить водяну пару. Від її вмісту й температури залежить випаровування води організмом. Вологість і температура повітря у НПС змінюються впродовж доби й року. Тварини та росли-



Мал. 162. Пристосування організмів до вологості й температури повітря: 1 — собака охолоджується; 2 — алое вера накопичує воду

ни пристосувалися до нестачі вологи (мал. 162). Деякі рослини мають м'ясисті стебла, колючки-листки, невеликі й жорсткі листки, довге або розгалужене вздовж поверхні коріння.

Невеликі тварини в денну спеку не піднімаються на поверхню, рятуючись від перегрівання й надмірної втрати вологи. Верблюди можуть обходитися без води багато днів, великі звірі долають значні відстані в пошуках води. Ссавці охолоджують своє тіло, випаровуючи воду через ротову порожнину (собака) або під час потіння (людина).

Для життя важливим є ще один компонент атмосфери — **озон**. У природі цей газ утворюється з кисню повітря під впливом променів Сонця або розрядів блискавок. Найбільша його концентрація на висоті 15–35 км, де формується **озоновий шар**. Він захищає живі організми від надлишку ультрафіолетових променів.



Таблиця здатності різних організмів затримувати дихання

Завдання

1. Довідайся, хто є рекордсменом із затримки дихання (див. пізнавальний матеріал до с. 57). Яке пристосування допомогло встановити цей рекорд?
2. Пригадай, як поширюються звуки та запахи в повітрі.

ЗАПИТАННЯ

Чи добре оберігає мишу дерев'яна схованка? Обґрунтуй. Де ще ти порадиш переховуватися дрібним тваринам?



Наукові суперечки

Повітря швидко нагрівається і швидко втрачає тепло, тому впродовж доби (і року) спостерігаються значні **коливання температури**. Через температурну непостійність у наземних мешканців сформувалися механізми теплорегуляції. Щоб підтримувати власну температуру тіла вищою за температуру довкілля, в організмів є теплоізоляційні покриви, тремтіння м'язів, потовиділення, випаровування води через продиhi.

У повітрі добре поширюються **звуки** та **запахи**. У тварин світ запахів і звуків має особливе значення для спілкування, пошуку поживи, приваблення особин протилежної статі. Запах рослин приваблює комах та інших тварин для запилення.

Багато тварин суходолу здатні до польоту та планерування (мал. 163). Активний політ комах, птахів і кажанів забезпечують крила та «літальні» м'язи, легкі скелети,

спеціалізовані покриви тіла, вдосконалення дихальної системи. Тварини-планеристи використовують підймальну силу повітря та висхідні потоки. У них є шкірні складки (летючі дракони), перетинки між кінцівками (білки-летяги, шестокрили) чи між пальцями кінцівок (летючі жаби).

Багато організмів використовують рухи повітря (вітер) для **розселення, поширення** та **розмноження**. Так, у павуків розселення відбувається за допомогою павутини. Плоди й насіння клену та кульбаби мають пристосу-



Мал. 163. Літають не лише птахи:

1 — летюча змія (плазуни);

2 — летюча жаба (земноводні);

3 — сонечко (комахи)



вання до поширення вітром, а розмноження хвойних чи вітрозапильних рослин здійснюється за участю дрібно-го пилку.

2 Яке значення світла й тепла для мешканців НПС

Левову частку інформації про стан середовища організми отримують саме завдяки світловим променям. За допомогою органів зору тварини визначають форму, колір та відстань до предметів. Живим організмам **світло** й **тепло** (мал. 164) особливо потрібне для росту й розвитку, цвітіння, утворення насіння та плодів. Від нього залежать різні форми подразливості рослин, що проявляються у вигляді рухових чи ростових реакцій.



Мал. 164. Живим організмам потрібне світло й тепло: 1 — скунсова капуста пробиває сніг; 2 — довга густа шерсть захищає вівцебика від низьких температур

ЗАПИТАННЯ

Пригадай, яке значення вітаміну D для організму людини і тварин.



Термогенез

Ящірки, змії, комахи можуть швидко рухатися лише після того, як їхнє тіло прогріється до необхідної температури. У сонячні дні борсучиха виносить дитинчат із нори на сонячну галявину. Світлові промені зігрівають малят і сприяють утворенню вітаміну D.



Мал. 165. Різні типи кінцівок: 1 — у мурахи три пари ходильних ніг із різними функціями; 2 — у гекона лапки-прилипали; 3 — у верблюда стійка ходьба по піску



У холодному кліматі тварини пристосувалися до низьких температур (жирові прошарки шкіри тварин, пір'я, пух, густа шерсть). У жаркому кліматі тварини не мають густого шерстяного покриву, шукають тінь і воду, можуть регулювати температуру тіла завдяки потовиділенню.

Живі організми в наземному середовищі перебувають під дією сили тяжіння. Це зумовило виникнення різноманітних типів кінцівок для пересування (мал. 165).

Як пристосування до снігового покриву у тварин розвинулися особливі форми кінцівок: великі лапи-снігоступи в зайця біляка, міцні копита в оленя, щоб розкопувати сніг.

Щоб лазити по деревах, лінивці мають на лапах довжелезні кігті, у багатьох ящірок на пальцях є присоски; у слона на ногах спеціальні подушечки для безпечної ходьби; копитні тварини мають рогові чохла — копита, що слугують для захисту кінцевих фаланг пальців, якими тварина спирається на ґрунт. Деякі тварини для пересування використовують не лише лапи, а й хвіст (кенгуру, мавпи).

Земноводні пристосувалися до життя на межі двох середовищ. До різноманітних умов існування добре пристосувалися птахи. Наприклад, для стрижив і лас-

тівок повітря є основним середовищем, оскільки вони живляться літаючими комахами. Птахи, які використовують водне середовище для добування поживи, також мають відповідні пристосування крил і ніг. Наприклад, буревісник має надзвичайно довгі крила й цілими днями ширяє над водою, хапаючи здобич. Птахи-плавці (гуси, качки, лебеді) мають плавальні перетинки на кінцівках, птахи лісу (дятел) — міцний дзьоб, а хижі птахи (грифи, орли, сови) — гострі пазурі, гострий зір та міцний загнутий дзьоб.

Коротко про головне

1. Особливостями наземно-повітряного середовища є газовий склад повітря, температурні перепади, вітри, нерівномірний розподіл тепла й світла на поверхні Землі.
2. Властивості повітря визначають розвиток пристосувань, що забезпечують дихання, фотосинтез, поширення, розселення, розмноження та багато інших біологічних явищ.
3. Нерівномірний розподіл тепла й світла по поверхні Землі визначив такі пристосування в організмів, як теплорегуляція, адаптація до добування, запасання й економії води, наявність різноманітних типів кінцівок для пересування.

§ 37

ЯК ТВАРИНИ ПРИСТОСУВАЛИСЯ ДО ЖИТТЯ В ҐРУНТІ

1 Які особливості ґрунтового середовища

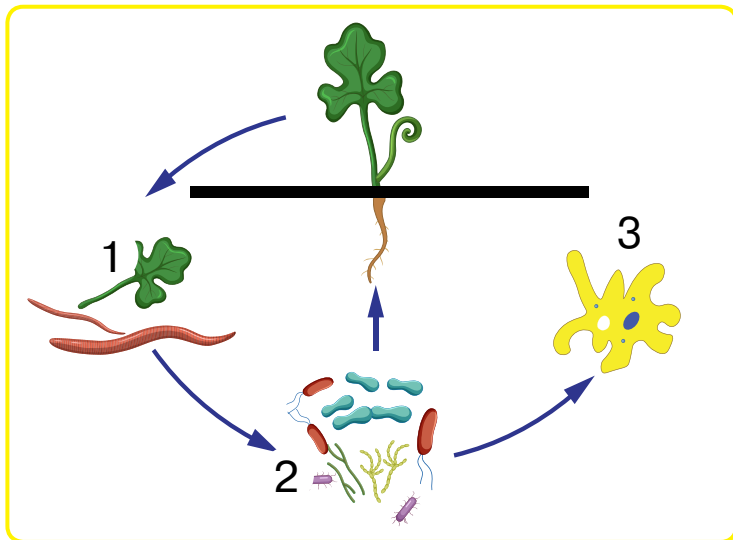
Ґрунт щільніший, ніж повітря і вода. Життя більшої частини мешканців ґрунту протікає в повній темряві. У ґрунті бракує кисню. Усі живі організми, що споживають у ґрунті кисень, виділяють вуглекислий газ (у ґрунті його в 10–15 разів більше, ніж в атмосфері). Навіть у найсухіших ґрунтах вологи більше, ніж у повітрі. У ґрунті досить поживних речовин, запас яких поповнюється завдяки відмерлим рослинам і тваринам. Сонце нагріває ґрунти, і вони утримують тепло. Коливання температури значні лише на поверхні ґрунту, а вже на глибині 1–1,5 м температура постійна.

Ґрунт — найбільший фільтр води на Землі. Частинки ґрунту затримують шкідливі речовини, а мікроорганізми, що мешкають у ґрунті, розкладають речовини, які забруднюють воду.

2 Хто живе в ґрунті

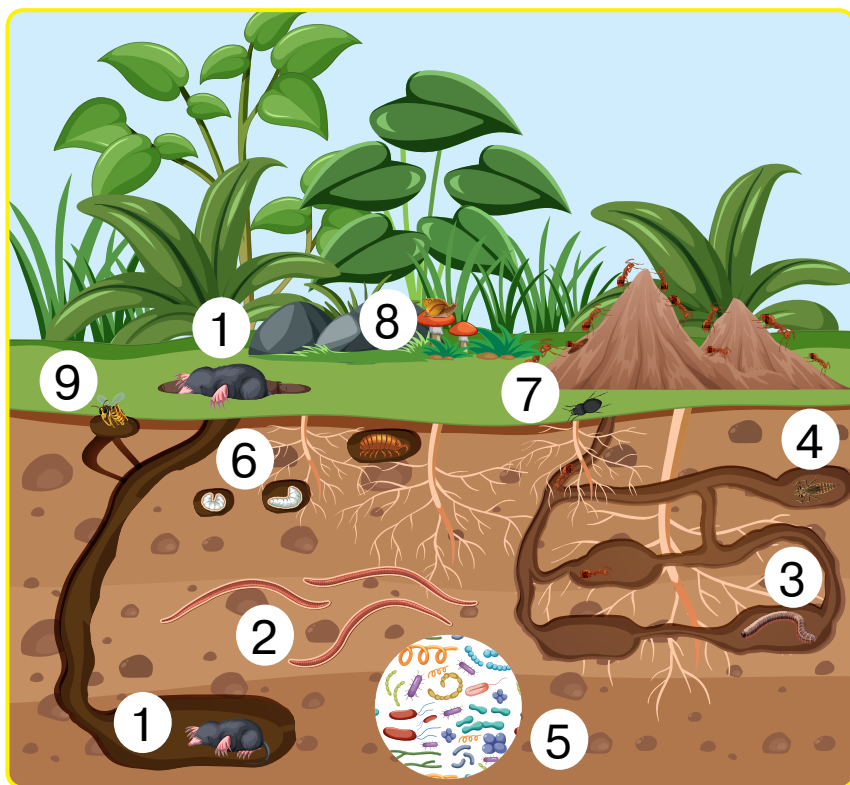
У ґрунті постійно відбувається **колообіг речовин** (мал. 166). Дощові черв'яки подрібнюють опале листя і

змішують його з ґрунтом, утворюють густу мережу ходів, поліпшують пористість ґрунту (1). Ґрунтові бактерії та гриби розкладають рештки рослин і тварин, відмерлу деревину й збагачують ґрунт мінеральними речовинами (2), які засвоюють рослини та одноклітинні організми (3).



та гриби розкладають рештки рослин і тварин, відмерлу деревину й збагачують ґрунт мінеральними речовинами (2), які засвоюють рослини та одноклітинні організми (3).

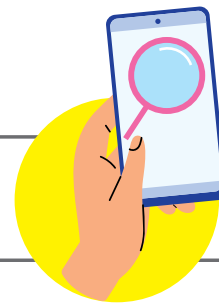
Мал. 166. Живі організми збагачують ґрунт мінеральними речовинами



Мал. 167.
Хто живе в ґрунті:
1 — кріт;
2 — дощові черв'яки;
3 — багатоніжка;
4 — вовчок;
5 — мікроорганізми;
6 — личинки хруща травневого;
7 — турун (жужелиця);
8 — равлик;
9 — земляні оси

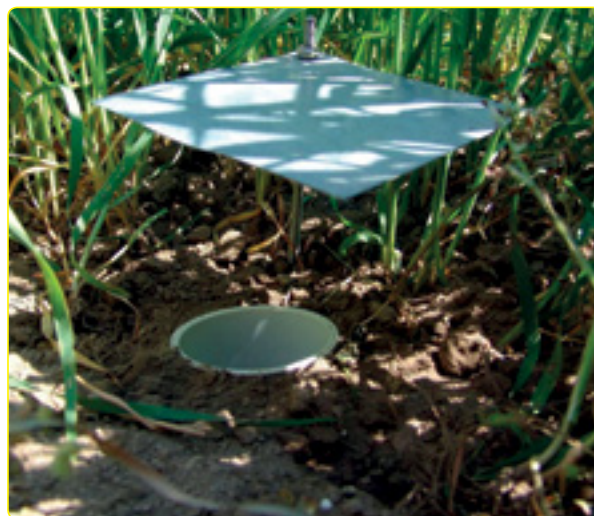
ДОСЛІДЖЕННЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Які організми живуть на поверхні ґрунту



ПРАЦЮЄМО РАЗОМ

Довідайтеся більше про організми, що живуть у ґрунті.



Мал. 168. Пастка Барбера

Ґрунт є домівкою для багатьох тварин (мал. 167). Тут живуть хрущ травневий, жуки-ковалики, мурахи, вовчок. Найбільшими серед мешканців ґрунтів є ссавці-землерії (сліпаки, кроти, голі землекопи). Вони прокладають у ґрунті системи ходів та нори, якими поширюються повітря й вода.

Ховрахи, бабаки, кролики, борсуки викопують під землею тунелі, у яких запасують корм, відпочивають, зимують, рятуються від небезпеки, розмножуються. Павуки, миші, змії, ящірки, жаби використовують їхні нори як житло чи схованки від негоди та ворогів.

3 Які пристосування в мешканців ґрунту

Тварини мають певні пристосування до життя в ґрунті, насамперед до пересування в ньому. Дощові черв'яки, тіло яких покрите шаром слизу, активно прокладають ходи за допомогою скорочень м'язів. У м'якому ґрунті загостреним кінцем тіла дощові черв'яки розсовують часточки ґрунту й протискаються між ними, а в щільному — ковтають землю і пропускають її крізь травну систему.

Вовчок і кріт мають риучі кінцівки. Тіло вовчка (капустянки, ведмедки) вкрите міцним покривом, передні ноги

Завдання

Ідеї для яких технічних винаходів підказали такі пристосування (мал. 169)?



Мал. 169. Пристосування у тварин, що живуть у ґрунті:
1 — лапи вовчка; 2 — зуби сліпака

копальні, розширені, із зубцями. На городах ці ґрунтові комахи завдають шкоди, поїдаючи коріння рослин.

Дрібні тварини (круглі черви, кліщі) пересуваються ґрунтовими шпарами. Пристосуванням до низького вмісту кисню в ґрунті є здатність поглинати його всією поверхнею тіла крізь тонкі покриви (круглі та дощові черви). Тварини здатні уникати нестачі кисню, вологи або, навпаки, перезволоження за допомогою вертикальної міграції в ґрунті. Ґрунт для наземних рослин є опорою та джерелом мінерального живлення. Для цього в рослин є добре розвинена коренева система.



Наукові
суперечки

Коротко про головне

1. У ґрунті немає світла, висока щільність, стала температура, вища, ніж у повітрі, вологість, є поживні речовини.
2. Мешканці ґрунту забезпечують ґрунтоутворення та створюють умови існування для інших організмів. Мікроскопічні організми мінералізують речовини й забезпечують колообіг речовин.
3. Пристосованість рослин до умов ґрунту забезпечують корені, які здійснюють мінеральне живлення, у тварин — особливості будови й життєдіяльності, що визначають підземний та риючий спосіб життя.

§ 38

ЯК ОРГАНІЗМИ СПІВІСНУЮТЬ У СЕРЕДОВИЩІ. ОРГАНІЗМ ЯК СЕРЕДОВИЩЕ

1 Які особливості організму як середовища існування

Організми як середовище існування характеризуються **сталими умовами існування**: постійна температура, достатньо води, повітря, поживних речовин.

Мешканці організмового середовища (мал. 170) належать до різних груп. Вода, поживні речовини, тепло — ось що може запропонувати один організм іншому.



Мал. 170. Мешканці організмового середовища: 1 — рак-самітник з актинією на мушлі; 2 — омела біла; 3 — гедзь

Явище співіснування різних організмів називають **симбіозом** (від грецького «спільне життя»). Симбіоз може мати різні прояви. Іноді один організм дістає вигоду за рахунок іншого, іноді — виграють обидва організми.

У симбіозі можуть жити бактерії, рослини, гриби і тварини. Їх співіснування проявляється у найрізноманітніших варіантах: бактерії — рослини, рослини — гриби, бактерії — тварини тощо. Між представниками цих пар виникають довгострокові, взаємопов'язані відносини, що приносять користь для життя.

Дослідження, спостереження

Білий гриб — найкращий з відомих їстівних грибів, який росте в наших лісах. Чому цей та багато інших грибів (підберезник, підосичник, маслюки) ростуть під деревами?

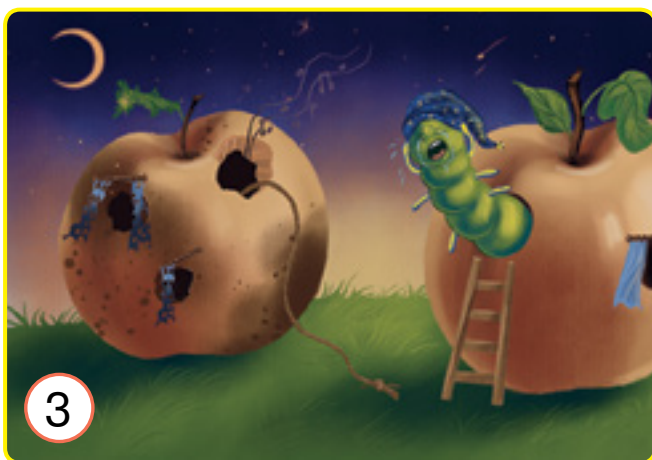


2 Чому взаємозв'язки між живими організмами такі різноманітні

Одні організми можуть слугувати для інших їжею, місцем проживання, транспортним засобом, джерелом матеріалів для побудови осель.

Харчові зв'язки виникають тоді, коли одні організми живляться іншими, їхніми рештками чи продуктами життєдіяльності. Наприклад, їжак звичайний поїдає комах, черв'яків, слимаків, тому є хижаком. Раціон білки звичайної складає рослинна їжа, гриби, іноді тваринна здобич. А жук-скарabei споживає лише неперетравлені рештки.

Зв'язки проживання спостерігають в організмів, які мешкають на поверхні або всередині тіла рослин, гри-



Мал. 171. Взаємозв'язки між живими організмами:
1 — харчові;
2 — зв'язки поселення;
3 — зв'язки проживання

бів і тварин. На стовбурах дерев оселяються лишайники, папороті, у шерсті лінивців — зелені водорості, у пір'ї птахів — блохи, у травній системі — черв аскарида. А черв'ячки в плодovому тілі грибів — це личинки грибних комариків.

Зв'язки поселення формуються тоді, коли організми використовують чи створюють споруди з матеріалів для проживання, народження й вигодовування потомства, захисту від негоди й ворогів, запасання їжі, полювання. Ці організми-будівельники за допомогою своїх лап, дзьобів, зубів, кігтів та хвостів конструюють гнізда, схованки, пастки, греблі, басейни тощо. Серед них коралові поліпи, терміти, мурахи, синиці-ремез, вивільги, бобри.

3 Як організми конкурують

В екосистемі є обмежена кількість їжі, води, світла, поживи, ресурсу для побудови житла тощо. Тому організми часто конкурують між собою.

Конкуренція — це боротьба за ресурс, який існує в обмеженій кількості.

Найбільше конкурують тварини, які населяють одну екосистему, мають спільний корм і схожий спосіб життя. Наприклад, миша лісова і полівка звичайна. За по-

живу конкурують олень і сарна, лисиця й вовк, чапля та лелека. Конкурують тварини й за територію проживання, а самці — за самок (мал. 172).

Конкуренцію зменшує та обставина, що не всі харчуються однаково або хочуть будувати свої оселі в однакових місцях. Хтось полює вдень, хтось — уночі, деякі м'ясоїдні взагалі не полюють, а харчуються тим, що вполювали інші, або падаллю.

Для повноцінного розвитку всіх видів рослин необхідні ті самі мінеральні речовини, світло, вода та вуглекис-



Мал. 172: 1 — битва самців північного оленя під час шлюбного сезону; 2 — боротьба за першість у бурих ведмедів; 3 — самці кактусових бджіл конкурують за спарювання

лий газ. Рослини можуть уникати конкуренції завдяки тому, що різні види ростуть на різних типах ґрунту, наприклад, лохина надає перевагу кислим ґрунтам, а мати-й-мачуха — лужним. Тіньовитривалі рослини можуть рости в тіні інших. Але листя дерев у лісі невпинно тягнеться до світла, а корені — до води й розчинених у ній мінеральних добрив. У полі конкурують бур'яни та культурні рослини.



Наукові суперечки

Дослідження, спостереження

Прочитай наукову казку про дивовижний взаємозв'язок між мурахами й попелицями. Сплануй спостереження в саду. У яку пору їх найкраще розпочати?



Садові війни

Коротко про головне

1. Організм може бути середовищем існування для інших організмів. Таке середовище характеризується сталими умовами існування й тісними взаємозв'язками організмів.
2. Між організмами в екосистемі є зв'язки, які можуть бути корисними для обох видів.
3. Організми, у яких спільна пожива й схожий спосіб життя, конкурують між собою.

§ 39

ЯК ОРГАНІЗМИ СПІВІСНУЮТЬ У СЕРЕДОВИЩІ. ПАРАЗИТИ І ХИЖАКИ

1 Які взаємозв'язки між хижаками та жертвами

Хижаки — це організми, які живляться іншими організмами. Найбільше хижаків серед тварин. Вони мають вражаючий арсенал пристосувань, щоб спочатку наздогнати, підстерегти чи підманити, а потім убити здобич (мал. 173). Наприклад, у куниці, гепарда чи лева сильні кінцівки, швидкий біг, гострі зуби. Сови, орли, соколи мають добрий зір, гачкуватий дзьоб, розвинені крила. Змії вбивають своїх жертв отрутою чи душать їх, жаби, хамелеони, мурахоїди полюють липкими й довгими язиками.

Для полювання хижі тварини можуть використовувати гучні звуки, електричний струм, струмінь води. Так,



Мал. 173: 1 — упіймати рибу непросто; 2 — лисиця зненацька заскочила бабака, і ось-ось розпочнеться бійка

раки-лускуни клацають своєю більшою клешнею й оглушують жертву, електричні вугрі паралізують здобич електричним розрядом, а риба-бризкун вистрілює цівкою води. Деякі тварини будують спеціальні пастки: павуки роблять липку павутину, мурашиний лев виринає лійкоподібну ямку в піску.

Ви вже довідалися про рослини-хижаків росичку круглолисту та венерину мухоловку. Трапляються хижі організми й серед грибів. Деякі водні чи ґрунтові гриби теж полюють на здобич. Для цього вони використовують нитки своєї грибниці, яка утворює петлі, гачки, тенета.

Хижаки й жертви пристосовуються одне до одного. На різні способи виявлення й нападу хижаків у жертв є свої способи захисту: захисне забарвлення, тверді панцирі, шипи, швидка втеча, протиотрута.

2 Як пов'язані паразити зі своїми хазяями

Один з організмів, якого називають **хазяїном**, забезпечує іншого їжею, притулком. Інший організм — дармоїд, що завдає шкоди, — **паразит** (мал. 174). Може видаватися дивним, але це доволі поширена форма взаємовідносин між організмами в природі. Паразитами є хвороботворні бактерії, що спричинюють захворюван-

ня рослин, тварин і людини; трутовики, яких ми бачимо на стовбурах дерев у лісі чи садку; фітофтора на картоплі чи помідорах (гриби-паразити). У царстві тварин паразитизм часто трапляється серед червів та комах. Наприклад, аскарида людська, собачий кліщ, блохи, воші. Є паразити й серед квіткових рослин. Це повитиця польова, петрів хрест.

Внутрішні паразити можуть поселятися всередині тіла хазяїна, де живляться соками або вже готовою перетравленою їжею (наприклад, аскарида). Паразитів, які



Мал. 174:
1 — блоха під
мікроскопом;
2 — трутовик;
3 — фітофтора
на помідорах



Наукові
суперечки

живуть на тілі хазяїна, називають зовнішніми паразитами. Живляться вони клітинами покривів (воші), кров'ю (блохи, п'явки, комарі).

Паразитизм — це приклад симбіозу, оскільки хазяїн і паразит співіснують між собою. Їх пристосування є взаємними: особливості паразита спрямовані на прикріплення та споживання, а у хазяїна формуються пристосування для захисту від непроханого мешканця.

Завдання

Прочитай наукову казку. Яких правил треба дотримуватися, щоб не заразитися червами-паразитами?



Сповідь паразита

Коротко про головне

1. Різноманітність взаємозв'язків між живими організмами пов'язана з різноманітністю їжі, місць існування, способів поширення, здатністю одних організмів забезпечувати інші матеріалами для побудови осель.
2. Взаємні пристосування хижаків та їхніх жертв поліпшують пристосованість цих організмів до умов існування.
3. Між паразитом та хазяїном формуються харчові, просторові та інші зв'язки, що забезпечують їх співіснування в часі.

§ 40

ЯК ОРГАНІЗМИ СПІВІСНУЮТЬ У СЕРЕДОВИЩІ. ПАРТНЕРИ. НАХЛІБНИКИ І КВАРТИРАНТИ

1 У чому користь партнерства в природі

Між організмами є стосунки, які приносять користь їм обом. Таке взаємовигідне співжиття організмів називають мутуалізмом (мал. 175). Мутуалізм — це позитивна форма симбіозу.

Мутуалізм — взаємовигідне співжиття організмів.

Комахи-запилювачі разносять пилок квіткових рослин на великі відстані, а ті «розплачуються» з ними нектаром. Гриби дають захист і мінеральні речовини одноклітин-



Мал. 175. Приклад мутуалізму:
джміль і квітка

ним зеленим водоростям, а натомість отримують органічні речовини (разом вони утворюють лишайники). На коренях рослин оселяються бульбочкові бактерії. Маленькі пташки водоклюї живляться кліщами та іншими паразитами, що

дошкуляють великим тваринам, адже годуються їхнім тілом. Спільне життя організмів підвищує пристосованість до умов існування та є корисним не лише для організмів, але й для природи загалом. Розглянемо деякі приклади.

На корінні багатьох дерев і трав поселяються бульбочкові бактерії. Ці мікроорганізми проникають з ґрунту в кореневі волоски і формують вузлики-бульбочки (мал. 176).



Мал. 176. Бульбочки на корінні

Там вони живуть і перетворюють атмосферний азот у доступні для рослин сполуки, що містять Нітроген. Виникає взаємовигідна залежність: рослини-хазяї пропонують бактеріям-партнерам притулок, захист, вуглеводну їжу, а взамін отримують органічні речовини, які самотійно утворити не можуть. Так само складаються відносини рослин із грибами. Рослина надає своїм шапинковим партнерам вуглеводи, а натомість отримує мінеральні речовини.

Отже, взаємовигідні відносини приносять користь не лише живим істотам. Завдяки їх співіснуванню відбува-

ється колообіг речовин у природі: регулюється склад атмосферного повітря, здійснюється рух води, ґрунти збагачуються органікою.

2 Яке значення одnobічно вигідних взаємозв'язків між організмами

Організми напевно не розуміють, що таке добро, але вони здатні допомагати іншим і без вигоди для себе: надати їжу, притулок, захист, транспорт. Такі поширені між організмами стосунки називають коменсалізмом.

Коменсалізм — вид взаємозв'язків між живими організмами, за якого один організм існує за рахунок іншого (хазяїна), не завдаючи йому шкоди.

Коменсалізм підвищує пристосованість та виживання дрібних організмів. Хазяям такі відносини користі не приносять.

У теплих водах Світового океану живуть риби-прилипали. Їхньою особливістю є овальний диск-присосок на голові (мал. 177). За його допомогою риби прикріплюються до великих морських тварин (акул, морських черепах, скатів, китів) і мандрують разом із ними. Крім безплатного проїзду, істоти отримують ще й захист та їжу. Майже повний сервіс, як під час захопливого морського круїзу на лайнері.



Мал. 177. Присосок прилипал — видозмінений спинний плавець

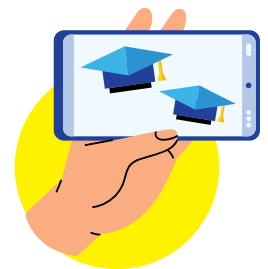


Мал. 178. Губка кошик Венери

Яскравий приклад коменсалізму — пара креветок, які поселяються всередині кошика Венери (мал. 178) — чи не найгарнішої серед губок. Тут креветки перебувають у безпеці, живляться продуктами, які фільтрує губка, мають свіжу воду. Губці від них ані користі, ані шкоди. Коли креветки підростають, то потрапляють у пастку й живуть разом у кошику аж до смерті. У Японії скелети цих губок дарують молодятam як символ вічного кохання.

Завдання

Обґрунтуй, чому водорості та риби, які поселилися в коралових рифах, є прикладом коменсалізму.



Наукові суперечки

3 Хто такі нахлібники і квартиранти

Різноманітні прояви коменсалізму серед рослин і тварин поділяють зазвичай на два види: **нахлібництво** та **квартирантство** (мал. 179). Критерієм для такого поділу є визначальні харчові та просторові зв'язки.

Нахлібниками спочатку називали організми, які супроводжують великих хижаків і живляться рештками їхньої їжі. Песці харчуються з обіднього столу білих ведмедів, риби-лоцмани — рештками їжі акул. Згодом це поняття набуло ширшого змісту, і в сучасному розумінні явище нахлібництва охоплює й інші взаємодії. Наприклад, в Африці поряд з великими рослиноїдними тваринами (слонами, буйволами, носорогами) можна часто поба-



Мал. 179. Коменсалізм: 1 — нахлібники; 2 — квартирант

чити єгипетських чапелъ. Вони обережно переміщуються поміж тваринами, іноді сідають їм на спину для кращого огляду, ловлять комах, павуків, жаб, яких сполохують у траві велетні-вегетаріанці.

У природі, особливо серед рослин, поширений ще один вид коменсалізму — квартирантство. У царстві флори є рослини, які ростуть на поверхні інших, більших за розмірами, рослинних організмів. Це різні мохи, папороті, орхідеї. Рослина-хазяїн слугує їм опорою та забезпечує оселення ближче до сонячного світла. Вони мають пристосування для прикріплення до стовбура чи гілок, отримують воду й органічні речовини безпосередньо з повітря і ніякої шкоди хазяїну не завдають.

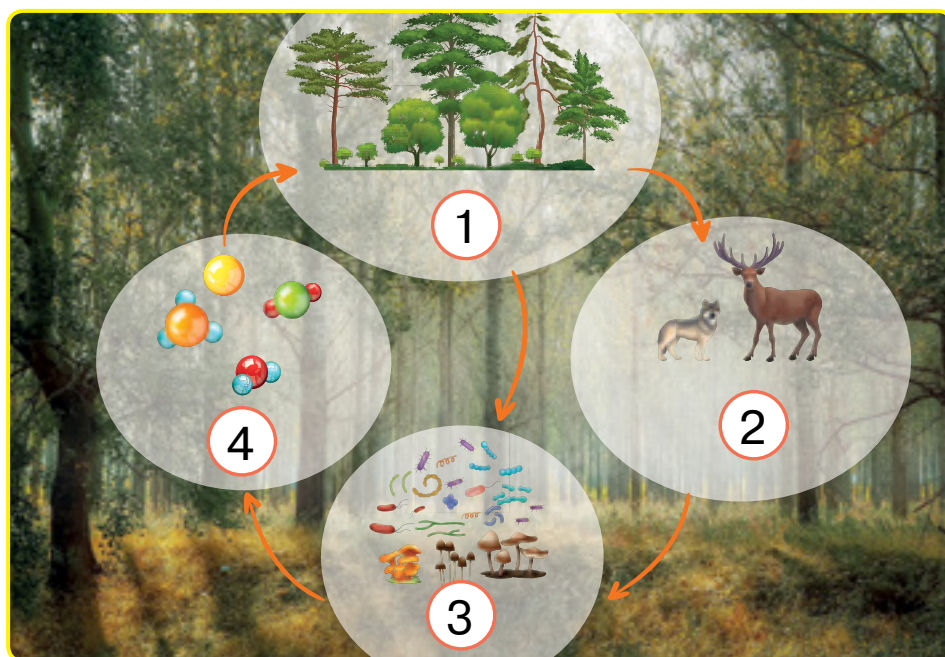
Коротко про головне

1. Мутуалізм — це різновид симбіозу. Такі стосунки збільшують пристосованість обох організмів до умов існування і є взаємовигідними.
2. Найбільш поширений тип взаємозв'язків між організмами — коменсалізм. Це однобічно вигідні відносини організмів без шкоди один одному.
3. Нахлібники і квартиранти — це організми-коменсали, які використовують організм хазяїна, не завдаючи йому шкоди.

§ 41 Як склаirati ланцюги живлення

1 Як речовини «бігають» по колу

Організми в екосистемі взаємодіють між собою, залежать від середовища, у якому живуть, та один від одного. Визначальними для організмів в екосистемі є харчові зв'язки. Ти вже знаєш, що рослини використовують енергію Сонця, вуглекислий газ, воду та поживні речовини з ґрунту й утворюють органічні речовини для свого росту й розвитку: вуглеводи, білки та жири. Тому їх називають утворювачами (продуцентами).



Наукові
суперечки

Мал. 180. Колообіг хімічних елементів у природі: 1 — утворювачі, або продуценти; 2 — споживачі, або консументи; 3 — руйнівники, або редуценти; 4 — прості речовини та хімічні елементи

Рослини є кормом для рослиноїдних тварин (зайця, куріпки, дикої кози). На рослиноїдних тварин полюють хижаки (лисиця, вовк, рись, орел). І рослиноїдні, і хижаки споживають готову їжу, тому їх називають споживачами (консументами).

Багаторазову участь речовин у природних процесах, які постійно відбуваються в екосистемах за участю живих організмів, називають **колообігом хімічних елементів у природі**.

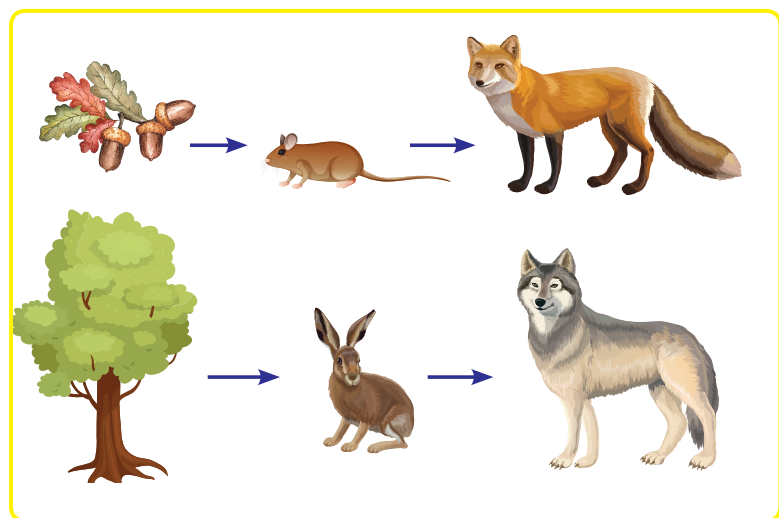
Бактерії та гриби — руйнівники (редуценти). Вони розкладають тіла відмерлих рослин та мертвих тварин на вуглекислий газ, воду та інші речовини, які потрапляють у ґрунт і засвоюються рослинами (мал. 180).

2 Чому ланцюги живлення є основною умовою існування екосистем

Хто чим живиться, наприклад, у лісі? Лісові дерева, кущі і трави утворюють органічні речовини з неорганічних завдяки фотосинтезу. Їхні листки, стебла, корені, насіння, плоди є поживою для рослиноїдних тварин. А далі харчові зв'язки ведуть до хижаків. Рештки рослин і тварин — це їжа для бактерій і грибів.

Ланцюг живлення, або харчовий ланцюг — це послідовність організмів, пов'язаних харчовими зв'язками.

Отже, усі організми лісу чи будь-якої іншої екосистеми належать до однієї з трьох груп: продуценти, консументи та редуценти. Вони поєднані харчовими зв'язками в певній послідовності. Першою ланкою харчових ланцюгів є продуценти — рослини, другою — рослиноїдні споживачі (консументи першого порядку), третьою і наступними — м'ясоїдні споживачі (консументи другого порядку). Остання ланка ланцюгів живлення — редуценти, які розкладають

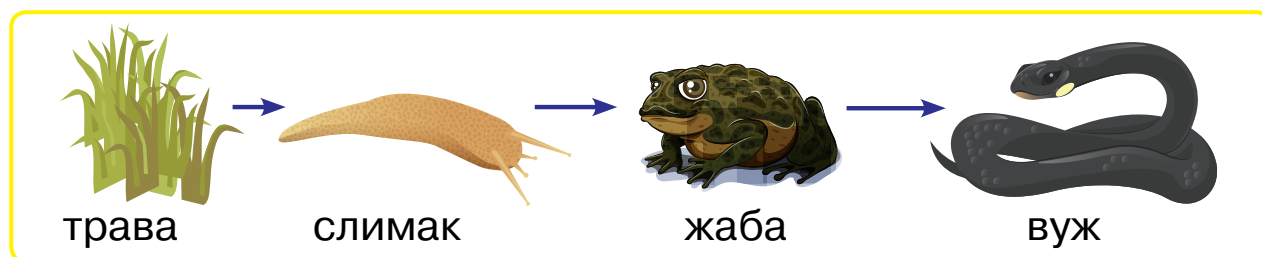


Мал. 181. Приклади ланцюгів живлення діброви

рештки до простих речовин, придатних для споживання рослинами (бактерії та гриби).

У ланцюгу живлення організми попередньої ланки є поживою для організмів наступної ланки (мал. 181).

У ланцюгу живлення організми попередньої ланки є поживою для організмів наступної ланки (мал. 181).



Мал. 182. Ланцюг живлення болота

Завдання

1. Знайди в ланцюгу живлення продуцентів, консументів та редуцентів.
2. Склади ланцюг живлення, у якому однією з ланок є горобець.

Організми в екосистемі черпають енергію від Сонця, яка запасується в рослинах. Ця енергія передається від одного організму до іншого через харчовий ланцюг. Сова не їсть рослини, але завдяки харчовому ланцюгу вона теж отримує частину енергії Сонця.

Кожний ланцюг живлення розпочинається з продуцентів (рослин), а всі наступні його ланки — консументи (рослиноїдні та хижі тварини). Кількість ланок ланцюгів живлення обмежена і здебільшого не перевищує чотирьох-п'яти, оскільки при передаванні енергії з попередньої ланки до наступної більша її частина витрачається організмами для процесів життєдіяльності.

Той самий організм може бути ланкою декількох ланцюгів, тому в будь-якій екосистемі харчові ланцюги взаємопов'язані. Систему переплетених між собою ланцюгів живлення в межах екосистеми називають харчовою мережею (мал. 183).

ЗАПИТАННЯ

Які із цих тварин є хижаками, а які — здобиччю?



ЗАВДАННЯ

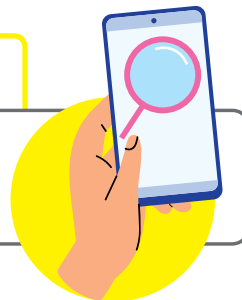
1. Знайди на малюнку й запиши в робочому зошиті ланцюги живлення цієї мережі. Що є першою ланкою ланцюга, а що — останньою?
2. Щоб збільшити надої молока в корів, селяни звернулися за порадою до Дарвіна. Науковець порадив їм завести більше котів. Доведи, що коти можуть вплинути на надої молока. Підказка: добрі надої в корів, які поїдають конюшину.

3 Що трапиться, якщо організм вилучити з харчового ланцюга

Уявімо, що через хвороби, які виникли внаслідок забруднення води, з угруповання «болото» (мал. 182) зникли жаби. Вочевидь, із часом поблизу болота збільшиться кількість комарів та слимаків, які були поживою жаб. Частину поживи втратять вужі. Але вони живляться не лише жабами, а можуть вдовольнитися гризунами. Є й інші хижаки (наприклад, сови), які будуть конкурувати зі зміями за здобич. Ось чому що більше харчових ланцюгів в екосистемі, то вона стійкіша.

Дослідження, спостереження

Досліди ланцюги живлення.



Коротко про головне

1. За участю живих організмів в екосистемах безперервно відбувається повторювальний процес — колообіг хімічних елементів у природі.
2. Основною умовою існування екосистеми є ланцюги живлення.
3. Ланцюги живлення утворюють харчові мережі. Що багатші харчові мережі в екосистемі, то вона стійкіша.

§ 42

ЩО ТАКЕ МИСТЕЦТВО ВИЖИВАННЯ

1 Яке значення пристосувань

Пристосувальні зміни організмів виникають у відповідь на вплив того чи іншого чинника середовища. За характером змін пристосування поділяють на структурні, фізіологічні та поведінкові (мал. 184).

Структурні пристосування проявляються як зміни будови та форми тіла у зв'язку зі способом життя. Щука звичайна має обтічну форму тіла, маскувальне забарвлення, гострі й численні зуби. Забарвлення вогняної саламандри, на чорному тілі якої розкидано яскраво-жовті плями, попереджає про отруйність.



Мал. 184. Пристосування організмів: 1 — щука звичайна (структурні), 2 — змія прикидається мертвою (поведінкові)

Фізіологічні пристосування виникають як зміни життєвих функцій на впливи чинників неживої та живої природи. У спекотну погоду в рослин посилюється випаровування через продихи, а в багатьох тварин — потовиділення. Перед зимовою сплячкою у ведмедів накопичуються жирові запаси, а листяні дерева на зиму скидають своє листя.

Поведінкові пристосування проявляються як сукупність дій чи реакцій організмів, спрямованих на захист чи задоволення природних потреб. Складання й опускання листочків квасениці — захисна реакція на механічне подразнення, танок бджіл — дії для передачі інформації про нектар і пилок.

Пристосування організмів забезпечують проживання в середовищі, умови якого постійно змінюються; відповідні реакції на добові, сезонні чи річні зміни чинників середовища; спілкування й передавання інформації; розмноження і продовження свого роду; захист від поїдання хижаками та несприятливих впливів довкілля.

2 Як рослини захищаються від поїдання

Рослиноїдні, або травоїдні, тварини поїдають рослинну їжу. Це більшість комах, наземні молюски, гризуни, зерноїдні птахи, копитні ссавці. Як багато «вегетаріан-

ців» у природі! Тож не дивно, що рослини вміють захищатися від поїдання.

Захисні колючки й шипи. Колюча зброя рослин може утворюватися з різних органів і тканин. Так, колючки дикої груші чи глоду — короткі гілочки, у кактуса — видозмінені листки, у білої акації — парні прилистки, шипи троянд чи шипшини — вирости шкірки стебла.

Жалкі волоски. Цікаво, чи є люди, які не отримали від кропиви уроку про те, що її краще не чіпати? Листки і стебла цих рослин покриті гострими волосками, кінчики яких легко проколюють покриви. Від зіткнення вони ламаються, і під шкіру потрапляє пекуча мурашина кислота.



Мал. 185. Отруйні рослини України: 1 — блекота чорна; 2 — вовчі ягоди

Гіркий сік. У багатьох рослин після поранення витікає рідина білого, жовтого, помаранчевого кольору. Це мо-

лочний сік, що містить захисні речовини. «Чемпіоном» серед таких рослин є полин гіркий. Бажання поїсти у тварин відбиває і молочний сік кульбаби та чистотілу.

Рослинні отрути. Певні рослини здатні утворювати речовини, що роблять їх неїстівними для тварин (мал. 185). Ці отрути можуть накопичуватися в коренях, листках, стеблах, насінні та плодах, і їх поїдання спричинює важке отруєння. Серед таких рослин трапляються й небезпечні для здоров'я людини. На городі це паслін солодко-гіркий, берізка польова, у саду — конвалія травнева, тис ягідний, у полі — бузина чорна, біля річок та озер — цикута.

Завдання

Склади пам'ятку про отруйні рослини твоєї місцевості. Які з них можуть викликати отруєння чи опіки? Які є лікарськими, а які використовують для боротьби з мишами та комахами-шкідниками?



Отруйні рослини України

3 Як тварини захищаються від хижаків

У хижаків є пристосування для виявлення жертви й нападу, а в їхніх жертв постійно виникають й удосконалюються різні засоби для того, щоб не бути знайдени-

ми та з'їденими. Які ж пристосування захищають тварин від поїдання?

Забарвлення. У хижаків нелегка доля. Щоб уполювати здобич, їй спочатку слід виявити. А це не так уже й просто! Покриви багатьох тварин містять забарвлювальні речовини-пігменти, що роблять тварин непомітними (мал. 186). Наприклад, захисне забарвлення (камуфляж) зелених коників дуже добре маскує їх серед зеленої трави. Буває і навпаки, коли тварина має яскраве забарвлення, що попереджає хижаків про неїстівність чи захищеність жертви. Так, червоно-чорний колір сонечка чи помаранчево-смугасте забарвлення колорадського жука сигналізує про їхню отруйність. Це вже застережне забарвлення.



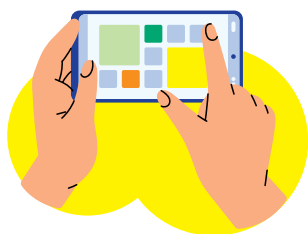
Наукові суперечки



Мал. 186. «Знайди мене»: 1— камуфляж (метелик);
2 — мінливе забарвлення (камбала)

Завдання

Розпізнай на світлинах отруйних тварин України: шершня, скорпіона кримського, саламандру вогняну, медузу-коре-нерота, морського дракончика.



Як зарадити укусу павука



Маскування. Форма тіла багатьох тварин схожа на тіла неживої природи чи неістівні органи рослин (читай статтю «Паличник — домашній улюбленець»). Риба-камінь, комахи паличники, морський коник-ганчірник — ці назви істот самі вказують на спосіб маскування.



Паличник — домашній улюбленець



Деякі тварини здатні змінювати забарвлення залежно від кольорів місць проживання. Майстрами камуфляжу є хамелеони, восьминоги, каракатиці, у шкірі яких для цього є особливі клітини з речовинами-барвниками.

Мімікрія — подібність одних тварин чи рослин до інших або до предметів навколишнього середовища.

Отруйність. Тварини можуть накопичувати отруйні речовини у своєму тілі. Так захищаються смертельно небезпечна риба-фугу, жаба сіра, сонечко. Інші отруйні тварини виробляють свою отруту в спеціальних залозах і вводять її в тіло нападника за допомогою жалких клітин (медузи), жала (джмелі, оси), кігтиків (павуки), гострих плавців (риба-камінь, риба-зебра), шипів (скасти-хвостокколи), зубів (гадюки).

Органи захисту. Захисна зброя тварин різноманітніша, аніж у рослин. Улюбленою холодною зброєю багатьох комах і павукоподібних є жало: в ос воно має

вигляд стилета, у бджіл — гарпуна, у скорпіонів — вигнутого клинка. Рослиноїдні копитні тварини «вибрали» для захисту травматичну зброю — роги. Хімічною зброєю користуються мурахи, жуки-бомбардири, скунси, восьминоги. Мурашки, наприклад, розбризкують пекучу мурашину кислоту, а жуки-бомбардири стріляють гарячою отруйною рідиною, температура якої може досягати +100 °С. Нетрадиційною захисною зброєю, що базується на фізичних принципах, є електричні органи скатів чи вугрів, акустична зброя креветок-лускунів.

Поведінкові реакції. Усі прояви поведінки тварин, спрямовані на уникнення небезпеки, об'єднують у захисну поведінку. Це відлякування, втеча, колективна оборона, прикидання мертвими, вартування, відволікання уваги хижака, напад тощо.

Коротко про головне

1. Пристосування — це зміни будови й життєдіяльності організмів, які підвищують їхню здатність виживати.
2. Захисні колючки й шипи, жалкі волоски, гіркий сік, отруйні речовини — ось далеко не повний перелік засобів, що захищають рослини від поїдання.
3. Для захисту від хижаків тварини використовують захисне та застережне забарвлення, маскування, отруйні речовини, різноманітні захисні органи.

§ 43

ЩО ТАКЕ ПРИРОДНІ ТА ШТУЧНІ УГРУПОВАННЯ

1 Що таке угруповання

У природі існують наземні й водні, великі й малі, стійкі та нестійкі екосистеми з найрізноманітнішими мешканцями та умовами їх проживання. Незважаючи на розмаїття, усі екосистеми (мал. 187) утворені неживими та живими компонентами, що взаємодіють між собою.

Сукупність організмів одного виду, які проживають на певній території та можуть вільно схрещуватися між



Мал. 187. Екосистеми: 1 — пустеля, 2 — болото, 3 — савана, 4 — океан

собою, називають популяцією. Наприклад, популяція зебр, що живуть в африканській савані, популяція бурих ведмедів у Карпатах чи популяція лісових орхідей на Поліссі. Кожна екосистема населена характерними для неї популяціями: ти не знайдеш білих ведмедів в Африці або кактусів на полюсі.

ЗАПИТАННЯ

Які з екосистем на мал. 187 наземні, а які — водні? Назви живі та неживі компоненти кожної екосистеми.

Екосистеми містять багато різних популяцій, які разом утворюють угруповання (біоценоз). Наприклад, популяції окунів, жаб, черепах, водоростей та інших організмів утворюють угруповання ставка. Тобто угруповання — це живий складник екосистеми.

Усю сукупність організмів, які населяють ділянку суші чи водойми, називають **угрупованням**.

Угруповання — це не просто група організмів, яка живе в лісі чи озері. Цим терміном називають сукупність різних живих істот, які володіють спільною територією і є складниками екосистем. Проживання впродовж багатьох років у певних умовах існування забезпечують їхнє пристосування до світла, температури, вологості тощо.

До складу угруповань входять бактерії, рослини, гриби і тварини, між якими розподілені певні «обов'язки» та існують певні взаємозв'язки. Рослини утворюють зелену масу, яка є їжею для тварин. Тваринні істоти, споживаючи її, регулюють кількість рослин на території. Рештки рослин і тварин годують бактерій та гриби, які розкладають їх до мінеральних речовин. І рослини знову можуть синтезувати зелену їжу, використовуючи ці сполуки в процесі мінерального живлення.

У межах екосистеми виділяють угруповання мікроорганізмів, рослин, тварин та грибів. Угруповання бувають природні (лісові, озерні, болотяні) та штучні (садові, паркові чи городні).

2 Які особливості природних угруповань

Визначальною особливістю будь-якого природного біоценозу є багатоманітність організмів. Ліс, озеро чи будь-яка інша екосистема має свої умови існування, і саме вони здійснюють добір організмів для проживання на цій території. Дерева забезпечують життя строкатого дятла, а прісна вода необхідна для карася. Не може страус — мешканець савани — жити в лісі, а струмкова форель, яка любить холодні, насичені киснем гірські води, — у теплом ставку зі стоячою водою.

Інша важлива характеристика природних угруповань — усталені харчові взаємини між організмами. Обов'язковими в кожному природному біоценозі мають бути організми-утворювачі, організми-споживачі та організми-руйнівники. Без такого поєднання організмів з різним живленням біоценоз буде нестійким. Співіснування організмів в одному угрупованні є таким важливим, що одні істоти без інших існувати не можуть. Наприклад, джмелі на луках запилюють конюшину й живляться нектаром та пилом цієї рослини.



Мал. 188. Харчові взаємовідносини: 1 — джміль і конюшина;
2 — леопард і антилопа

Ще однією важливою особливістю природних біоценозів є урегульоване територіальне розміщення організмів. Різні рослини мають різну висоту й розташовуються в угрупованні надземними ярусами. З кожним ярусом пов'язане своє тваринне та мікробне населення.

Спостерігається і підземна ярусність, що проявляється в розташуванні коренів рослин на різній глибині. Ярусність угруповання забезпечує повніше використання природних умов (світло, тепло, ґрунт, вологість).

Завдяки різноманіттю організмів, їхнім харчовим та просторовим зв'язкам будь-який природний біоценоз є стійким угрупованням. І що більша різноманітність чинників неживої природи на певній території існування, то більша різноманітність організмів і стійкіше угруповання. Найбагатшими і найстійкішими на Землі є угруповання вологих тропічних лісів, дібров, цілинних степів.

ЗАПИТАННЯ

Великий строкатий дятел — один із найвідоміших лісових мешканців. Яка роль цього птаха в лісових угрупованнях?



3 Які особливості штучних угруповань

Штучні угруповання — це сукупність організмів на певній території, які існують завдяки людській діяльності. Людина створює їх для отримання сільськогосподарської продукції (поля, сади, пасовища), домашнього господарювання (город, теплиці), декоративного озеленення та відпочинку (сквери, квітники), захисту польо-

вих ґрунтів від вітру чи покриву схилів від змиву (лісові насадження), дослідження (ботанічні сади й зоопарки).

Для всіх живих організмів потрібні територія, умови існування, які створюють чинники неживої природи, та зв'язки з іншими живими істотами. Ми маємо це пам'ятати, коли закладаємо сад чи створюємо ставок для золотих рибок.



Наукові
суперечки

Мал. 189. Національний дендрологічний парк «Софіївка» (м. Умань)

Добір організмів у штучні угруповання здійснює людина, а не природні умови. Тому штучні угруповання не здатні самотійно існувати тривалий час. Без догляду людини вони швидко змінюються і зникають або перетворюються на угруповання, схожі на природні. Основною причиною таких змін є те, що в штучних угрупованнях збіднене різноманіття організмів. У яблуневому саду чи на пшеничному полі переважають примхли-

ві культурні рослини, людина бореться з бур'янами та шкідниками, позбавляє житла та їжі тварин, які є їхніми природними споживачами. Спрощений склад веде до того, що штучні угруповання втрачають здатність до саморегуляції і стають нестійкими.

ЗАПИТАННЯ

На місці чагарника юннати вирішили вирощувати полуниці садові. Вони підготували ґрунт, висадили розсаду декількох сортів полуниць, внесли мінеральні та органічні добрива. А навколо грядки посіяли чорнобривці. Навіщо на полуничних грядках чорнобривці?



КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Угруповання — це живий складник екосистеми, організми на певній території проживання, які об'єднані взаємозв'язками з неживою природою та між собою.
2. Особливостями природних угруповань є багатоманітність організмів, усталені харчові взаємини та урегульоване територіальне розміщення.
3. Штучні угруповання існують завдяки людині та залежать від її діяльності.

§ 44

Які взаємозв'язки організмів у прісній водоймі, морі чи океані

1

Від чого залежить стійкість водних екосистем

Водні екосистеми поділяють на прісноводні (річки, озера, болота, ставки) та морські (океани, моря, солоні озера). До складу їхніх угруповань входять водні та наземні організми, життя яких тісно пов'язане з водним середовищем.

Першою ланкою в ланцюгах живлення прісноводних екосистем є вищі водні рослини. У морських екосистемах першу ланку ланцюгів живлення займають водорості. Ці зелені, червоні, жовто-зелені, золотисті, бурі мешканці можуть жити в поверхневих шарах, у товщі води, на дні водойм. Водорості насичують воду та повітря над нею киснем, вони є джерелом їжі для рослиноїдних тварин. Деякі водорості після відмирання утворюють осадові породи, а придонні водорості є притулком для риб та інших тварин.

Основними споживачами у водоймах є молюски, раки, риби, земноводні, водні плазуни та окремі групи птахів і ссавців. Ці та багато інших організмів ре-

гулюють чисельність рослин, допомагають їм у поширенні та розмноженні, створюють нові місця існування, сприяють самоочищенню водойм.



Наукові
суперечки

Мал. 190. Кораловий
риф та озеро —
морська та прісноводна
екосистеми

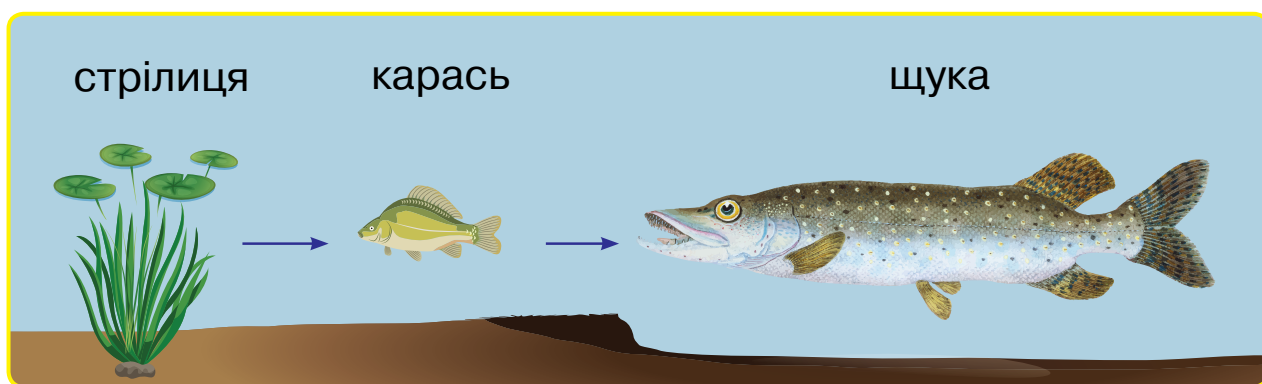


Головними руйнівниками органічних решток у водоймах є водні гриби й бактерії. У цих організмів є навіть певний розподіл праці: спочатку рештки розкладають гриби, а потім руйнування простіших органічних речовин завершують бактерії. Мінеральні речовини розчиняються у воді, перемішуються та стають доступними для споживання організмами-утворювачами.

Отже, різноманіття водних угруповань забезпечує існування та стійкість водних екосистем.

2 Де найкращі умови існування для прісноводних мешканців

Прісноводні екосистеми займають лише приблизно 1 % поверхні планети. За швидкістю течій розрізняють стоячі (озера, ставки, болота) та проточні (річки, струмки) водойми. Видове різноманіття прісних водойм значно менше, ніж морських. Приклад ланцюга живлення прісної водойми показано на мал. 191.



Мал. 191. Ланцюг живлення прісноводної водойми:
стрілиця — карась — щука

Життя прісноводних організмів зосереджено зазвичай у верхній частині водойм, де багато світла, поживних речовин, вода добре прогріта й насичена киснем. Основні дійові особи-утворювачі на цій арені — одноклітинні зелені водорості, плаваючі (латаття, ряска, ело-

дея) та прибережні (очерет, рогіз, стрілиця) рослини. У теплих прибережних водах живуть комахи (водомірки, жуки-плавунці, водолюби, бабки), мальки риб та пуголовки жаб.

У прибережній частині звичними є такі риби, як плітка, короп, карась, щука. Помітними й відомими для всіх мешканцями-споживачами водойм є земноводні (жаби, тритони), прісноводні черепахи, водоплавні (качки, гуси, пастушки) та прибережні птахи (чаплі, лелеки, рибалочки), прісноводні ссавці (ондатри, видри, водяні землерийки).

Середня частина — це товща води. Світла й кисню менше, наявні течії, збіднений склад поживних речовин — ось ті умови існування, до яких пристосувалися дрібні водорості та хижі риби. Звичайними хижакками товщі



води є судак та окунь. А життя на дні водойм визначає склад мулу, слабкі переміщення прохолодної води за сталої температури +4 °С. Це місця існування придонних риб (сом), молюсків, раків.

Завдання

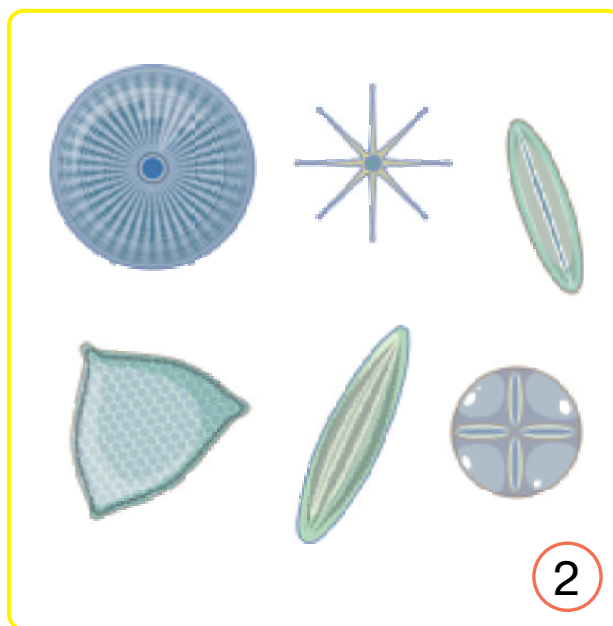
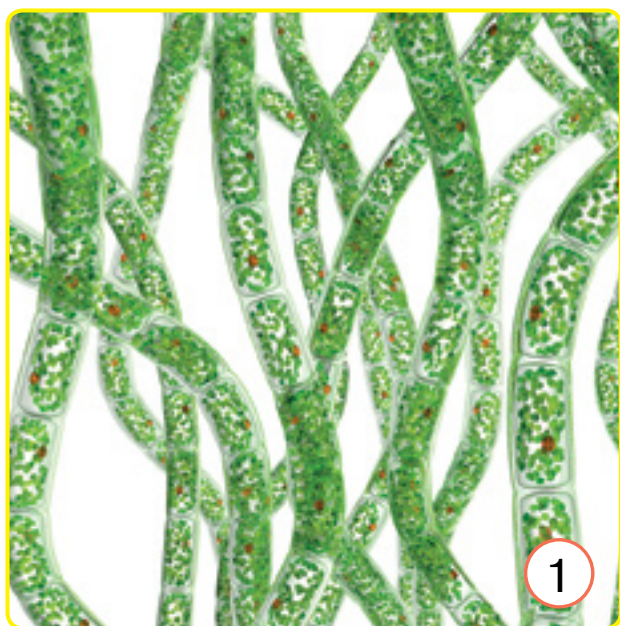
Розглянь на с. 109 ілюстрацію «Хто в прісній водоймі живе» та назви зображені організми.

3 Які взаємозв'язки організмів у морі чи океані

Морські екосистеми займають приблизно 70 % поверхні планети. Солоні озера, моря, океани завдяки колообігу води поєднані в єдину велетенську систему — Світовий океан. Найбільше розмаїття морських мешканців у прибережних частинах (коралові рифи, ліси водоростей, мангрові болота), у місцях впадіння річок у моря та у верхніх шарах води.

У морях та океанах життям заправляє **фітопланктон** — сукупність дрібних фотосинтезуючих організмів-утворювачів, які живуть у верхньому шарі води. Особливе значення в цій групі мають ціанобактерії та діатомові водорості (мал. 192). Ціанобактерії — це найбільша та найважливіша група живих істот на Зем-

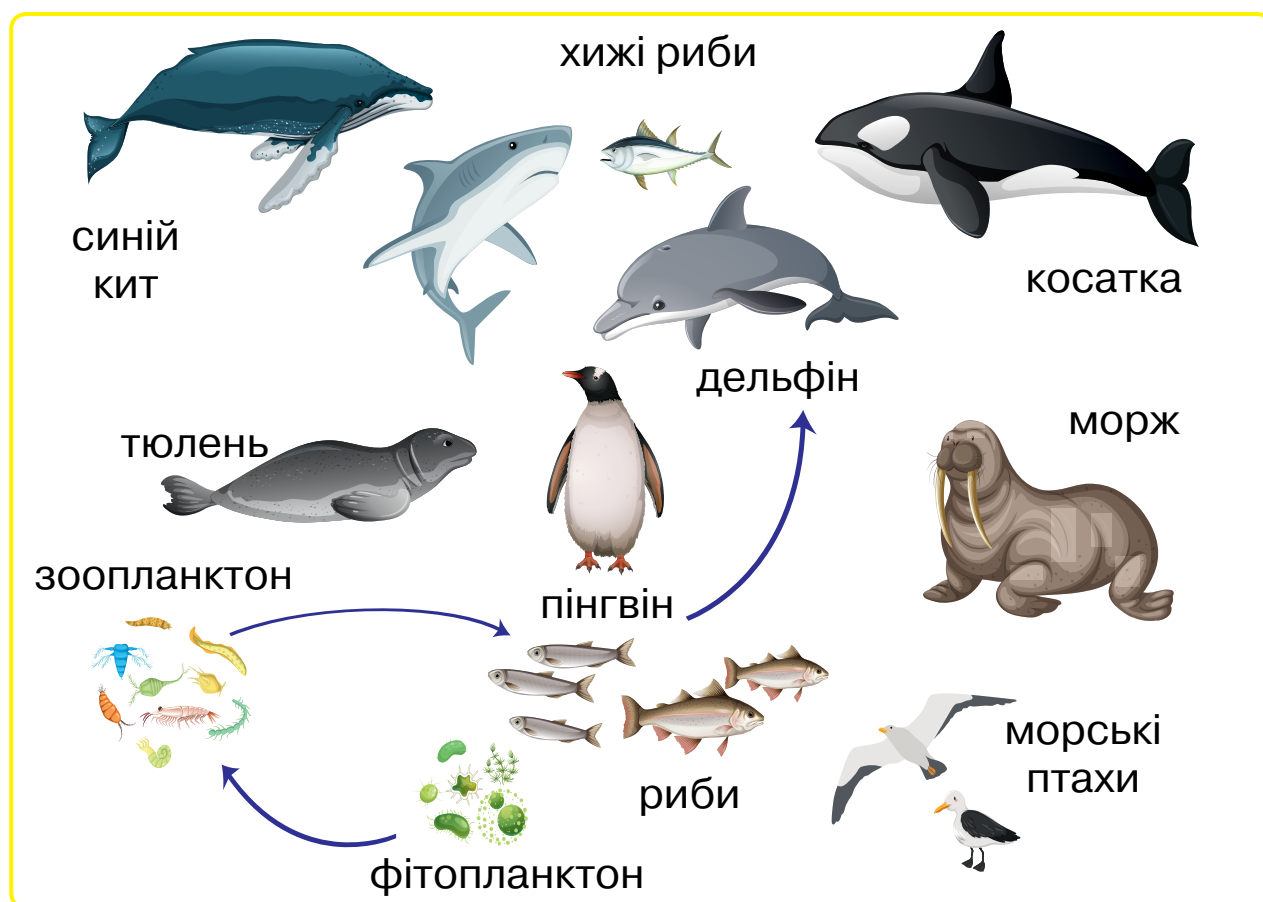
лі. Завдяки фотосинтезу вони забезпечують водні екосистеми киснем. У діатомових водоростей змішане живлення: вони здатні до фотосинтезу та споживають готові поживні речовини, що осідають із верхньої частини водойм. Ці організми є цінним джерелом їжі для багатьох тварин.



Мал. 192. Фітопланктонні організми: 1 — ціанобактерії;
2 — діатомові водорості

Сукупність тварин у товщі води, які зазвичай не здатні протидіяти течіям та живляться дрібними рослинними організмами, називають **зоопланктоном**. Це амеби, ракоподібні (дафнії, циклопи, криль), личинки молюсків і риби, які виконують функції первинних споживачів. Зоопланктон є поживою для більшості риби і молюсків. Варто

згадати, що двостулкові молюски (мідії, вустриці, морські гребінці) — потужні біофільтратори морської води. Наступними учасниками ланцюгів живлення є хижі риби (акули, тунці), морські ссавці (косатки, дельфіни, зубаті кити, моржі, тюлені) й морські птахи (альбатроси, буревісники). Пінгвіни — особливі морські птахи, які не літають, але чудово плавають і пірнають. Пінгвіни живляться дрібними рибами, дрібними головоногими молюсками і планктонними ракоподібними (крилем). Найбіль-



Мал. 193. Мешканці морських екосистем

ший представник серед ссавців — синій кит — також живиться планктоном. Він належить до групи вусатих, або беззубих, китів, у яких добре розвинений цідильний апарат для фільтрації з води планктону, ракоподібних та дрібної риби. У морських екосистемах (мал. 193) кити можуть бути й хижаками для зоопланктону, і здобиччю для агресивних косаток.

Завдання

Запиши ланцюг живлення, зображений на мал. 193. Склади ще декілька харчових ланцюгів морських екосистем.

Коротко про головне

1. Стійкість водних екосистем залежить від розмаїття їхніх мешканців та харчових зв'язків, що виникають між організмами.
2. Розмаїття прісноводних організмів найбільше у верхній частині водойм. Але ланцюги живлення переважно короткі, що позначається на стійкості прісноводних екосистем.
3. Багатоманітність морських угруповань є причиною значної довжини ланцюгів живлення та більшої стійкості морських екосистем.

§ 45

У чому відмінність лісу та парку

1 Які особливості лісових угруповань

У лісових угрупованнях переважають дерева, які ростуть близько одне до одного. Залежно від складу деревних порід ліси поділяють на хвойні та листяні. Змішаними називають ліси, у яких ростуть і листяні, і хвойні дерева. Більшість хвойних лісів утворюють сосна,



Мал. 194. Наземні яруси лісу та їхні мешканці

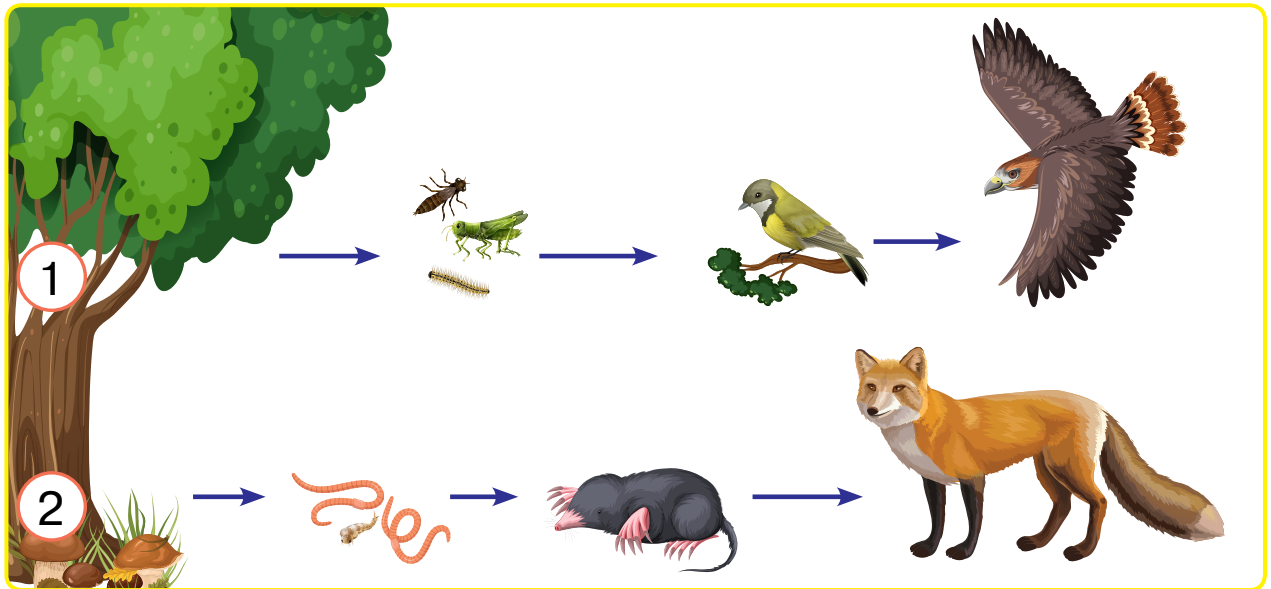
ялина, ялиця, модрина. Серед листяних лісів виділяють широколистяні (утворені дубом, кленом, липою) та дрібнолистяні (переважають береза, вільха, осика). Більше про ліси довідайся з пізнавальних матеріалів.

Неодмінною ознакою лісів є надземна й підземна ярусність (мал. 194), що виявляється в розташуванні рослин своєрідними поверхами. Завдяки таким просторовим зв'язкам рослини краще засвоюють таке необхідне для них світло, отримують воду й мінеральні солі, створюють умови для оселення інших рослин, грибів і тварин. У лісах виділяють такі надземні яруси: ярус дерев (деревостан), підлісок, ярус чагарників, ярус трав'янистих рослин, ярус мохів, лишайників, ярус опаду та підстилки.

Важливим складником лісів є лісова підстилка, що формується з опалого листя, відмерлих пагонів і сухих гілок. Численні бактерії і гриби, що містяться в підстилці, розкладають її, перетворюючи на перегній та мінеральні речовини. Тому багато ланцюгів живлення починаються саме в лісовій підстилці. Їх називають ланцюгами розкладання, і вони переважають у лісових екосистемах.



1. Хвойні ліси
2. Мішані ліси України
3. Широколистяні ліси



Мал. 195. Два типи ланцюгів живлення в лісі:
1 — ланцюг виїдання; 2 — ланцюг розкладання

ЗАПИТАННЯ

Порівняй первинну ланку ланцюга виїдання та ланцюга розкладання (мал. 195.1 і 195.2).



Наукові суперечки

2 Які взаємозв'язки організмів у лісових угрупованнях

Велике різноманіття організмів-утворювачів є причиною того, що в лісах спостерігаються всі можливі форми взаємозв'язків між організмами.

Харчові зв'язки. Найвідомішими рослиноїдами лісів є олені, лосі, зайці-русаки. З хижаків трапляються куни-

ця, рись, вовк, росомаха, лисиця. Рослинну і тваринну їжу споживають білки, їжаки, кабани. Загалом харчова мережа лісів складна й розгалужена.

Просторові зв'язки. Лісовий простір наповнений мешканцями від землі до найвищого верховіття дерев. Наприклад, у кроні листяного лісу живуть комахи-листоїди, синиці, зяблики; стовбури дерев — прихисток для комах-короїдів, дятлів, сов, вовчків; у підліску мешкають косулі, дрозди; у трав'яному ярусі — равлики, ящірки, вужі, зайці; у лісовій підстилці — дощові черв'яки, мокриці, багатоніжки, миші, бурозубки.

Зв'язки поширення. Багато лісових тварин вживають у їжу насіння і плоди рослин та сприяють їх поширенню. Серед птахів — горіхівка, шишкарі, сойка; серед ссавців — бурундуки.

Зв'язки поселення. Серед лісових тварин є дуплогніздники — птахи й деякі звірі, які влаштовують свої гнізда в дуплах дерев. Це дятли, сови, білки, вовчки, кажани. На лісових деревах можна побачити досить цікаві організми, які використовують гілки як опору. Наприклад, на старих деревах ростуть лишайники, яких називають «бородатим мохом», а на деревах тропічних лісів — папороті «оленячі роги» чи «пташине гніздо».

3 | **Яка основна особливість парків**

Парк — це штучна екосистема, створена людиною для відпочинку, озеленення, збереження рослин і тварин. Парки бувають різними. Наприклад, парк квітів, парк дерев, парк каменів, ботанічний сад, зоопарк. Заповідними територіями, де справа збереження природних комплексів поєднується з організованими територіями відпочинку, є національні природні парки (читай статтю «Азово-Сиваський національний парк — перлина Півдня України» на с. 119).

У структурі парків розрізняють два компоненти: природний та штучний. Неживі природні об'єкти (джерела, струмки, камені, скелі) поєднуються із живими організмами (рослини, тварини), і все це доповнюється штучними елементами, якими можуть бути архітектурні статуї, тераси, алеї, газони, штучні гроти, дерев'яні будиночки. І що більша частка природного компонента, то природнішим буде парк.

Склад рослин у багатьох парках вирізняється різноманітністю. Найбільш улюбленими є дуб, граб, липа, клен, ясен, береза. У старовинних парках переважали листяні породи, а в сучасних — хвойні (кипарис, туя, блакитна ялина, сосна). Популярними кущовими росли-

нами парків є бузок, калина, горобина, дерен. Багато-річні квітучі рослини використовують для створення альпійських гірок, яскравих клумб. А ось представництво тварин-споживачів у більшості парків незначне. Це білки, чорні дрозди, зяблики, повзики, синиці. А природних хижаків ще менше. Десь можна помітити сову чи малого яструба, зате більшає кількість здичавілих котів.



Мал. 196. Лісові дерева (кущі)



Азово-Сиваський національний парк — перлина Півдня України



Завдання

На мал. 196 зображено лісові дерева (кущі): горобина, дерен (кизил), ліщина. Розпізнай їх.

Догляд за парками передбачає скошування трави, підрізання гілок, спилювання старих дуплистих дерев, спалювання чи вивезення листяної підстилки. Тому, незважаючи на різноманіття дерев і кущів, стійкість парків є дуже низькою. Наприклад, спалахи чисельності комах не регулюються тваринами, що їх споживають, оскільки внаслідок незначної ярусності їм не вистачає природних місць для оселення. Відсутність у нижньому ярусі лісової підстилки та ланцюгів розкладання збіднює ґрунт на поживні речовини, і дерева починають хворіти. На стовбурах дерев усе частіше з'являються плодові тіла грибів-трутовиків, що спричинюють трухлявіння дерев та зламування їх під час вітрів.

Коротко про головне

1. Основними особливостями лісових угруповань є панування дерев, ярусність та переважання ланцюгів розкладання.
2. У лісах спостерігаються всі можливі форми взаємозв'язків між організмами, що є основною причиною їх високої стійкості.
3. Основна особливість парків — низька стійкість через порушення різноманітності взаємозв'язків між організмами та неживою природою.

§ 46

ЯКІ ВЗАЄМИНИ ОРГАНІЗМІВ МІЖ СОБОЮ ТА НЕЖИВОЮ ПРИРОДОЮ НА ЛУКАХ І ГОРОДАХ

1 Навіщо охороняти луки

Луки — наземні природні екосистеми, які поширені на рівнинних територіях із достатньо вологим ґрунтом. Тому провідну роль у їх формуванні відіграє не клімат, а рельєф та ґрунт. Природні луки поширені в річкових долинах (заплавні луки), на межиріччях (суходільні луки) і в горах, вище за межею лісу (альпійські луки).



Мал. 197. Заплавні луки Дністра



Наукові
суперечки

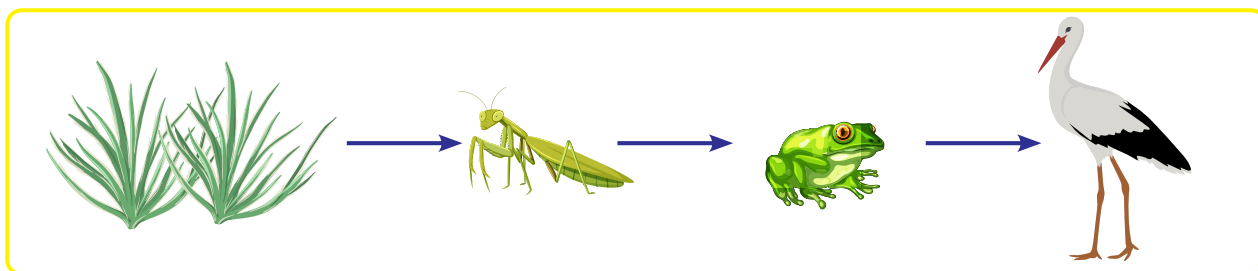
На луках немає дерев, тому надземна ярусність для лук не характерна. Проте розвинена підземна ярусність, яку визначає особливий шар ґрунту — дерен. Його утворюють щільно зімкнуті стебла, листки, пагони та корені багаторічних рослин. У дерені накопичуються

поживні речовини, які впливають на родючість ґрунту. Ці речовини разом з відмерлими рослинними рештками поглинають і затримують вологу, забезпечуючи існування лучних екосистем в умовах літньої засухи. Дерен є місцем життя та їжею великої та різноманітної кількості організмів-руйнівників. Окрім того, дерен захищає ґрунти від руйнування під дією води чи вітру. Напевне, ви бачили на схилах біля річки неглибокі рівчаки, які із часом лише поглиблюються. Це результат того, що на цих ділянках немає дерну. Більшість сучасних лук існують завдяки людині, яка використовує їх як сіножаті та пасовища.

2 Які взаємозв'язки організмів у лучних угрупованнях

Життя лучних угруповань визначають багаторічні трави. У багатьох із них гинуть на зиму надземні стебла з їхніми листками, а також майже все коріння. Живими лишаються тільки невеликі нижні частинки стебел із бруньками відновлення, з яких на початку нового літа розвиваються нові стебла й листки. Найбільш поширеними лучними рослинами є конюшина лучна, чина лучна, горошок мишачий, волошки, королиця, жовтець, деревій. Вони люблять світло й тепло, у них невеликі лист-

ки з восковою плівкою, щоб захищатися від спеки. На відкритих лучних територіях живуть невеликі тварини, серед яких найбільше комах-запилювачів. На пахучих квітах найчастіше можна побачити джмеля земляного, який будує гнізда в землі, диких бджіл із густим волосяним покривом, яскраво забарвленого сонцевика павичеве око. Досить часто трапляються мухи-дзюрчалки зі смугастим чи плямистим забарвленням. Таке наслідування бджіл, ос чи джмелів добре захищає їх від ворогів, хоча отруйних залоз у них немає. Серед зеленої трави важко помітити зелених коників.



Мал. 198. Приклад лучного ланцюга живлення

Комахами живляться жаби трав'яні, ропухи, зелена та прудка ящірки, а також птахи — жайворонки, куріпки, перепілки, плиска жовта, сорокопуди. На луках у норах водяться полівки та польові миші. Для них тут достатньо рослинного корму. У пошуках їжі на луки прилітають білі лелеки, сірі журавлі. Завершальною ланкою ланцюгів живлення є вуж звичайний, лунь лучний, лисиці.



Мал. 199. Організми лучного угруповання: жаба трав'яна, лунь лучний, деревій звичайний, дзюрчалка, вуж звичайний

Завдання

Розпізнай на мал. 199 мешканців лук та склади ланцюг (мережу) живлення.

3 Які умови потрібні для вирощування городніх культур

Городом називають невелику земельну ділянку для вирощування овочевих рослин. Іноді на городніх ділянках ростуть також ягідні та фруктові культури.

Городні рослини взаємопов'язані насамперед із такими чинниками неживої природи, як світло, тепло, воло-

гість і ґрунт. Усі городні рослини потребують достатнього освітлення й добре розвиватимуться лише за цих умов. З тінню можуть миритися салат, цвітна й білокачанна капуста, редиска і навіть буряк, але дозрівають ці культури в таких умовах значно пізніше за ті, що ростуть на сонці. Різна потреба в городніх рослин і в теплі. До холодостійких рослин належать горох, петрушка, цибуля, часник, морква, до теплолюбних — огірки, помідори, квасоля, кавуни, дині. Знання про потребу рослин у теплі враховують під час садіння. Важливою умовою для розвитку городніх рослин є вологість ґрунту, адже мінеральні речовини рослина засвоює у вигляді розчинів. Але визначальна умова гарного розвитку рослин — це



Мал. 200. Чорнобривці й нагідки — городні захисники капусти

ЗАПИТАННЯ

Пригадай, які рослини називають однорічними, дворічними та багаторічними. Наведи приклади таких рослин серед городніх культур.

родючий ґрунт, у якому є всі необхідні мінеральні елементи (Нітроген, Фосфор, Калій) та органічні речовини.

У період росту городні рослини взаємодіють між собою та з багатьма іншими організмами. Відомо, що рослини виділяють хімічні сполуки, які сприяють росту сусідніх рослин або пригнічують їх. Також вони можуть забезпечити одна одній захист від спеки, бур'янів чи шкідників. Наприклад, посіяне густіше насіння буряка чи моркви буде проростати краще, аніж те, що посіяне поодиночі. Річ у тім, що корінці проростків виділяють речовини, які сприяють росту. Ще декілька прикладів: гірчиця відлякує личинок жуків-дротяників, а леткі речовини цибулі чи часнику — попелиць.

Коротко про головне

1. Луки та лучні угруповання відіграють важливу роль у природі, забезпечуючи колообіг води, захист ґрунтів, місця проживання для організмів.
2. Різноманітність взаємозв'язків у лучних угрупованнях пов'язана передусім із переважанням багаторічних трав та наявністю дерну.
3. Город — це штучна наземна екосистема, у якій наявні нежива і жива частини та складні й різноманітні взаємозв'язки.

§ 47

ЯКІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ОРГАНІЗМІВ У ҐРУНТІ

1 Яке значення ґрунтових мешканців у природі та для людини

Ґрунт є домівкою для величезної кількості організмів. Існування 40 % усіх живих організмів на планеті пов'язане з ґрунтом. Найбільш відомими для нас є кроти, дощові черв'яки, багатоніжки, личинки травневого хруща, дротяники, мурахи. Важливі функції ґрунтів здійснюються також за участю тих організмів, яких ми просто не помічаємо через їхні дрібні розміри. Це ґрунтові бактерії, одноклітинні водорості, цвілеві й дріжджові гриби, амеби, інфузорії.

Значення ґрунтових організмів у природі

1. Здійснюють колообіг речовин.
2. Розкладають органічні рештки.
3. Беруть участь у ґрунтоутворенні.
4. Регулюють склад повітря.
5. Утворюють речовини, що впливають на ріст рослин.

Життєдіяльність ґрунтових мешканців є основою існування всіх екосистем: наземних і водних, природних і штучних. Ці організми взаємодіють із компонентами атмосфери, гідросфери й літосфери та забезпечують

існування неживої природи. Різноманітність їхніх взаємозв'язків з мешканцями наземно-повітряного, водного, ґрунтового та організмowego середовищ визначають життя на Землі. З ґрунтами штучних екосистем пов'язані такі аспекти життя людини, як продукти харчування, озеленення місць проживання, очищення повітря та води від забруднень.

Завдання

Назви найпоширеніші в Україні типи ґрунтів, що займають майже 65 % території країни та є нашим національним багатством.



Наукові суперечки

2 Які взаємозв'язки між мешканцями ґрунтового середовища найпоширеніші

Ґрунтові угруповання — це сукупність мешканців ґрунтового середовища, між якими існують тісні різноманітні зв'язки.

У харчовій мережі розрізняють два види ланцюгів живлення: виїдання та розкладання. Ланцюги виїдання починаються із живих організмів, які здатні до фотосинтезу та можуть накопичувати органічні речовини у своїх коренях, бульбах, коренеплодах, кореневищах. Ці підземні органи поїдають личинки комах, миші, слимаки,

які, у свою чергу, є поживою для їжаків чи дятлів. Першою ланкою ланцюгів розкладання є рештки організмів. Первинними споживачами бувають бактерії та гриби, а в інших — дощові черв'яки, мокриці. Вторинними споживачами, які харчуються грибами та бактеріями, є круглі черви, мурахи, багатоніжки. Їх поїдають хижі або всеїдні тварини — синиці, шпаки, бурозубки, кроти.

Просторові зв'язки ґрунтових угруповань пов'язані з підземною ярусністю. Вона визначається розташу-



Мал. 201. Мешканці ґрунтових угруповань

Завдання

За малюнком 201 наведи приклади харчових, просторових зв'язків та зв'язків поселення в ґрунті.

ванням коренів різних рослин на різній глибині та тими організмами, які їх супроводжують. Глибоко проникають у ґрунт корені степових та пустельних багаторічних рослин і корені дерев. Наприклад, корені винограду в пошуках вологи заглиблюються до 16 метрів, а корені верблюжої колючки — до 20 м.

ЦЕ ЦІКАВО

Знайомся: бурозубка звичайна (або землерийка, чи мідія) — маленьке звірятко (менше від домашньої миші) з витягнутим рухливим носиком і щільним темно-коричневим хутром. Бурозубка — нічна комахоїдна тварина із чудовим апетитом, яка вдень неохоче залишає своє підземне приміщення. Рухи бурозубки моторні та спритні: вона бігає по землі, стрибає досить далеко, може лазити по деревах, уміє непогано плавати. Голос її різкий, тоненький, майже свистячий. Термін життя бурозубки звичайної всього 15 місяців.



Прикладами зв'язків поселення є проживання в норах мишей, борсуків чи кротів, різних кліщів, співіснування симбіотичних грибів та бактерій із коренями рослин. Зв'язки перенесення також характерні для ґрунтових

мешканців. Наприклад, ґрунтові віруси від однієї рослини до іншої потрапляють за допомогою круглих черв'яків, спори грибів транспортуються слимаками.

3 Чому родючі ґрунти чорні

Темного забарвлення ґрунтам надає перегній, або гумус. Це органічна частина ґрунту, що утворюється після розкладання рослинних і тваринних решток. Від гумусу залежить родючість ґрунтів та їхня вологоємність, оскільки перегній має унікальну здатність утримувати важливі поживні речовини та воду. Що більше гумусу, то краще ростуть і розвиваються рослини. Найродючіші ґрунти містять приблизно 9 % перегною, а ґрунт, у якому його вміст менше 1 %, вважається неродючим.

Розкладання органічних решток у ґрунті — це складна сукупність взаємопов'язаних процесів, які здійснюють організми-руйнівники. Дощові черв'яки, багатоніжки, мокриці, личинки комах споживають перегній разом із дрібними організмами і розщеплюють певні органічні речовини. Ґрунтові гриби (наприклад, цвілеві гриби, дріжджі) для свого живлення перетравлюють органічні рештки поза організмом і розщеплюють інші речовини. Бактерії ж руйнують рештки до простих мінеральних речовин.

Якщо зв'язки між ґрунтовими мешканцями порушуються, наприклад, під час глибокого перекопування чи внесення отрутохімікатів, перегній не утворюється і ґрунти втрачають родючість.

ЦЕ ЦІКАВО

У єгипетській міфології шанували священного скарабея. Цей жук робить із гною кульки, котрі закопує в ґрунт.



Матусі-скарабеї риють виводкові камери й забезпечують малюків «м'ячиками» з гною. У кожній країні жуків-гноювиків називають по-різному, та проблеми в жуків однакові: залишити потомство й ситно його нагодувати. А для довілля від цього неоціненна користь — жуки прибирають купи гною та підживлюють ґрунт.

КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Ґрунтові мешканці та їхні взаємозв'язки відіграють важливу роль для існування природи, живих організмів інших середовищ проживання та людини.
2. Найбільш поширеними взаємозв'язками ґрунтових угруповань є харчові та просторові.
3. Перегній — це органічна частина ґрунтів, яку утворюють ґрунтові організми-руйнівники.

§ 48

Як організми виживають у пустелях

1 Які умови існування в пустелях

У пустелях сухе повітря та багато сонячного світла; в атмосфері над пустелею мало водяної пари і практично немає хмар. Упродовж дня під впливом сонця рівнинна поверхня швидко нагрівається. Пустельні ґрунти дуже бідні на гумус, у них переважають пісок, глина, щебінь, каміння. Тому такі ґрунти не утримують вологу і швидко нагріваються та охолоджуються. Наприклад, у Сахарі влітку денна температура піднімається до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а нічна знижується до $+10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значні температурні коливання — це ще одна особливість пустельного клімату.

Незначна кількість атмосферних опадів, які приносять вологу, — також характерна ознака пустель. Так, на



Загадки
Сахари

Мал. 202. Сахара — найбільша пустеля світу

більшій частині найсухіших у світі пустель Атакама й Наміб дощу не буває десятки років. Єдина волога, доступна мешканцям цих місць, — це тумани. Під час сезону дощів деякі пустелі оживають, але ненадовго, оскільки ґрунти не зберігають вологу.

2 Які пристосування мають пустельні рослини

Незважаючи на екстремальні умови існування, пустелі стали рідною домівкою для багатьох рослин. Найвідомішими рослинами посушливих місцевостей є кактуси, алое, верблюжа колючка, саксаул, ковила. Рослини пустель мають різноманітні пристосування до нестачі вологи.



Ця неймовірна
Атакама

Мал. 203. Пустеля Атакама після дощу

У Північній Америці розташована піщано-кам'яниста пустеля Сонора. Це царство кактусів, які ідеально пристосувалися до посушливих умов. Їхнє коріння росте у верхніх шарах для кращого збору поверхневої вологи. Основне сховище цієї вологи — товсте м'ясисте стебло, наповнене густим соком. Воно вкрите товстою шкіркою з восковим нальотом, що сприяє збереженню вологи. Ребра та горбики на стеблі відкидають тінь для охолодження рослини. Листки кактусів видозмінені в колючки, які не випаровують воду та ще й захищають рослину від поїдання.

Інша група пустельних рослин оживає лише з появою вологи в ґрунті, а решту року перебуває в стані спокою у вигляді насіння або цибулин чи кореневищ. Період цвітіння цих рослин припадає частіше на весну, і тоді пустельна місцевість розквітає. Саме до цієї групи належать пустельні тюльпани.

Ще одна група рослин має розвинену кореневу систему, яка проникає в глибокі шари ґрунту й поглинає звідти воду. Тіло цих рослин укрите білими волосками, що захищають від сонця, листочки дрібні, гілочки видозмінені на колючки чи шипи. Прикладом рослин цієї групи є верблюжа колючка, чорний саксаул.

ЗАПИТАННЯ

На ілюстрації алое деревоподібне, або столітник. Батьківщиною рослини є посушливі райони Африки. Назви декілька пристосувань цієї рослини до нестачі води.



3 Як виживають тварини пустель

Незважаючи на нестачу води, спекотний клімат, сильні вітри, відсутність опадів, тварини пустель успішно виживають. Цьому сприяють їхні пристосувальні ознаки будови, функцій та поведінки.

Щоб запобігати втратам води, тварини мають товстий покрив. Наприклад, у єгипетських чи намібійських черепах є роговий панцир, піщаний удав та ящірки мають рогові луски, а жук-скарабей та скорпіони — водонепроникну зовнішню оболонку.

Багато тварин здатні отримувати воду із жиру, який вони накопичують у своєму тілі. Верблюди запасують жир у своїх горбах на спині, тушканчики — в основі хвоста. Цікавий спосіб отримання води в намібійського жука-чорнотілки. Комаха здатна добувати вологу



Мал. 204. Пустельні тварини:

- 1 — піщанка;
- 2 — рябок;
- 3 — жук-чорнотілка



Наукові
суперечки



з туману, який ранковий вітер приносить із моря. Для цього жук вибирається на дюну і здимає черевце догори. Вода конденсується на виступах його тіла і стікає просто до рота. Хижаки — гієни, шакали, лисиці, сови — вологу дістають із їжі.

Завдання

Прочитай статтю. Довідайся, як добути воду в пустелі.



Звідки тварини беруть воду та як її витрачають?

Витрачання води	Прибування води
Випаровування	Пиття
Сеча	Вода, що міститься в їжі
Випорожнення	Метаболічна вода
Метаболічна вода — вода, яка виробляється всередині організму.	

Пустельні тварини навчилися долати сотні кілометрів у пошуках води та їжі. Так, пустельна сарана за несприятливих умов збирається у величезні зграї, які за день можуть подолати відстань понад 80 км. А деякі птахи, зокрема рябки, щодня пролітають кількасот кілометрів, щоб напиться самим і принести воду своїм пташеняткам. Рябки рясно змочують своє пір'я і швидко повертаються до гнізда, де малеча просто вижимає її з батьківського оперення.

Пустельні тварини активні в нічні прохолодні години. Удень вони ховаються в ґрунті, під камінням. Наприклад, піщанки риють нори, у яких живуть цілими колоніями.



Як тварини заощаджують воду

Завдання

Мешканці пустелі лисиця фенек та заєць толай мають великі вуха. З додаткових джерел інформації в інтернеті довідайся, як це рятує звірів від перегріву.



Коротко про головне

1. Умови існування в пустелях характеризуються такими особливостями, як нестача вологи, велика кількість світла, значні температурні коливання, незначна кількість атмосферних опадів.
2. Рослини в пустелі виживають завдяки пристосуванням, спрямованим на отримання, збереження та ощадливе використання води.
3. Пристосування тварин до нестачі вологи досить різноманітні, що обумовлено їхньою рухливістю та складною поведінкою.

§ 49

Які рослини і тварини живуть серед людей

1 Чим особливі синантропні організми

Синантропні організми — це бактерії, рослини, гриби й тварини, спосіб життя яких пов'язаний із людськими оселями та територіями, створеними чи зміненими людиною. Одні організми використовують будинки для влаштування гнізд (ластівка міська та сільська, лелека білий) або поживний ґрунт у садах чи на городі (пирій, кульбаба, кропива дводомна), інші — сприятливий мікроклімат кімнат (мухоловка звичайна, фараонові мурашки) або поживу на кухні чи в господарських будівлях (домашні павуки, кімнатна муха, пацюк сірий). А є й такі рослини й тварини, яким людські умови так сподобалися, що вони стали постійними супутниками людини й усе своє життя проводять поряд із нею (міль платтяна, лопух великий).

Синантропні організми слід відрізнити від свійських тварин та культурних рослин, які повністю або частково утримуються людиною й не можуть повноцінно існувати без її догляду. Синантропні організми менш залежні від несприятливих чинників сере-

довища і здатні до самовідтворення без допомоги людини.

ЦЕ ЦІКАВО

Мухоловка звичайна — багатоніжка, яка часто трапляється в людських помешканнях, де знаходить притулок та їжу. Це нічна хижа тваринка, яка полює на комарів, мух, павуків і для людини ніякої загрози не становить.



2 Як синантропні рослини пристосувалися до життя біля людини

Рослини, які людина здавна вирощує в саду, на городі, у квітнику, називають **культурними**, а ті, що ростуть у дикій природі, — **дикорослими**. Але можна виділити ще одну групу — **синантропні рослини**. Це трав'янисті рослини, які живуть біля людини, але не вирощуються нею як культурна рослина. Вони займають території, які зазнали впливу людської діяльності: у містах та селах, поблизу полів, пасовищ, біля доріг та залізничних колій. За місцем проростання рослини-синантропи поділяють на польові та пустирні.

Польові рослини-синантропи пристосовані до спільного зростання з культурними рослинами на полях (кукіль, волошка, лобода) або городах (кульбаба, осот, берізка). Пустирні рослини-синантропи зростають за межами посівів, на землі, що не обробляється. Одні з них люблять втопані стежки, дороги (подорожник, спориш, ромашка), інші бур'яни ростуть на звалищах, смітниках і часто утворюють зарості (лопух великий, полин звичайний).



Мал. 205. Польові рослини-бур'яни: 1 — щириця; 2 — берізка

Для життя серед людей у бур'янів виникли пристосування, які дають їм можливість змагатися з культурними рослинами за життєві ресурси: велика кількість насіння, здатність до вегетативного розмноження, зберігання схожості насіння протягом тривалого часу, різні способи поширення.

ЦЕ ЦІКАВО

Рослини, які поширюються за допомогою людини, називають рослинами-мандрівниками. Наприклад, подорожник великий, який утворює велику кількість насіння й дуже швидко розселяється скрізь, де ступає нога людини. Прочитай статтю та довідайся, чому подорожник лікує рани і як він освоїв Антарктиду.



Господар
доріг

3 Які тварини є синантропними

Тварин, які проживають у природі, також можна розділити на три групи: дикі, одомашнені та синантропні. Дикі тварини проживають у незмінених або малозмінених куточках природи (дикий кіт, пугач).

До одомашнених тварин належать ті, які живуть та розмножуються в неволі під контролем людини та розводяться відповідно до її потреб (кози, вівці, кури). Синантропні тварини знайшли поблизу людських поселень особливо сприятливі умови життя і пристосувалися існувати постійно чи тимчасово у створеному людиною штучному середовищі. Багато синантроп-



Мал. 206. Синантропні тварини: 1 — голуб сизий; 2 — єнот-полоскун

них організмів серед птахів (голуби, ластівки, горобці) і ссавців (миші, пацюки). Деякі з них уже навіть не трапляються в дикій природі. Вони живуть і розмножуються в людських оселях або поблизу (горобець хатній, голуб сизий, хатня миша, таргани, постільні клопи). Є тварини, які пристосувалися до життя в садах чи парках (білка, вовчок садовий), на городі (колорадський жук), у штучних водоймах (нутрія, ондатра). Окремі тварини не бояться відвідувати людні місця (єнот-полоскун, кажани). Інші синантропні тварини відвідують людські поселення лише на короткий час у пошуках корму чи притулку, а живуть і розмножуються в природних умовах. Наприклад, ласка чи тхір у пошуках їжі можуть забиратися в курник чи кролятник.

Завдання

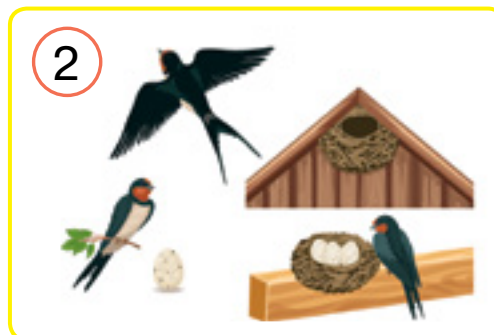
1. Придивись уважно до своїх книг, які довго стоять без ужитку. Чи зберігаються вони в належних умовах (достатня сухість, віддаленість від продуктів харчування, відсутність прямого сонячного світла)? Чи захищені вони склом від небажаних гостей та чи не надто їм тісно? Можливо, і в тебе живуть хижаци на книжкових полицях?



Хижаци на книжкових полицях

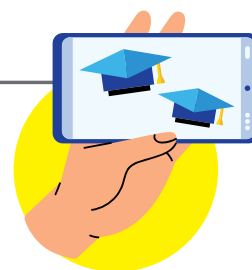


2. Ластівки — справжні синантропи, які дедалі рідше живуть за межами населених пунктів. Порівняй ластівку міську (1) і ластівку сільську (2) та назви кілька їхніх відмінностей.



Коротко про головне

1. Синантропні організми — це мікроорганізми, рослини, гриби чи тварини, які живуть серед людей і не потребують їхнього догляду.
2. Велика кількість рослин, які живуть поряд із людиною, є польовими або пустирними бур'янами.
3. Найбільша кількість синантропних тварин серед комах, птахів та ссавців.



Наукові суперечки

§ 50

Як організми пристосовуються до періодичних змін середовища

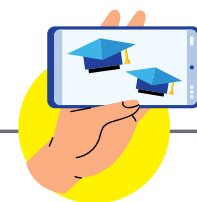
1 Що таке біологічні ритми

Такі астрономічні явища, як рухи Землі навколо Сонця, обертання Землі навколо своєї осі, переміщення Місяця відносно Землі, є періодичними, тобто повторюються через певні проміжки часу. Відповідна періодичність характерна для біологічних явищ.

Біологічні ритми, або **біоритми**, — це регулярні зміни біологічних процесів, що збігаються з періодичними змінами в природі.

ЗАПИТАННЯ

Біологічний годинник — так називають здатність людей, тварин і рослин відчувати час. Ранковий крик півня може цілком замінити дзвінок будильника. Як гадаєш, на що реагує тварина?



Наукові суперечки

Птахи з року в рік відлітають у теплі краї, восени відбувається листопад, людина після періоду бадьорості поринає в сон — це лише окремі приклади біологічних ритмів, які буквально пронизують усю живу природу.

Наявність біоритмів свідчить про загальний взаємозв'язок природних явищ, зокрема астрономічних, географічних та біологічних.

2 Які причини біоритмів

Добові біоритми виникають унаслідок обертання Землі навколо своєї осі й характеризуються періодом близько 24 годин. Так, добову періодичність має життя денних і нічних тварин, закривання й відкривання квітів у певний час дня, виліт бджіл по нектар і пилок. У людини в різний час доби відрізняється температура тіла, кровообіг і навіть пам'ять. Добові біоритми контролюються «біологічним годинником» — пристосуванням, що забезпечує здатність живих організмів орієнтуватися в часі.

Місячні біоритми зумовлені впливом Місяця. Упродовж місячної доби (24 години 50 хвилин) відбувається два припливи і два відпливи, що спонукає організми пристосовуватися до таких змін. Найбільш чітко вони виражені в мешканців прибережної зони. Під час припливу деякі риби відкладають ікру, а під час відпливу закривають свої черепашки молюски тощо.

Сезонні біоритми пов'язані з обертанням Землі навколо Сонця і мають період приблизно рік. Прикладами сезонних ритмів у тварин є линяння качок чи білок,

масові переміщення оленів, антилоп на нові пасовища, зимова сплячка ведмедів, у рослин — цвітіння квіткових рослин, зимовий спокій дерев, накопичення поживних речовин у бульбах картоплі.

Багаторічні біоритми пов'язані з багаторічними циклами сонячної активності та змінами клімату. Наприклад, різке збільшення чисельності мишей повторюється кожні 3–4 роки, період коливань чисельності перелітної сарани — кожні 11 років.

ЗАПИТАННЯ

Щороку з початком дощів (жовтень–листопад) на острові Різдва сотні мільйонів червоних крабів рухаються з лісу до узбережжя для розмноження, покриваючи свій шлях червоним килимом. Про які біоритми йдеться?



Ботаніки й садівники добре знають, що в кожній місцевості деякі квіти щоденно відкриваються й закриваються в один і той самий час. У 1735 році шведський ботанік Карл Лінней запропонував використати це явище для створення квітового годинника. Але спершу Лін-

ней ретельно спостерігав за рослинами й записував, о котрій годині розкриваються чи закриваються їхні квіти. Він склав список із 50 рослин, які підказували годину дня. Потім ботанік зібрав ці рослини й висадив у себе в саду на спеціальну клумбу, розташувавши їх так, щоб можна було визначити час. Годинник працював навіть у холодні та похмурі дні!

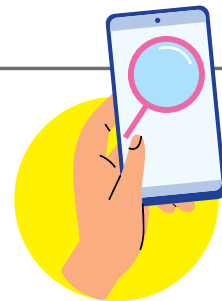
3 Яке значення біологічних ритмів для організмів

Біологічні ритми, зумовлені періодичними змінами середовища, мають пристосувальне значення. Завдяки біоритмам відбувається узгодження біологічних процесів із найбільш сприятливими чи несприятливими змінами довкілля.

Добові біоритми організмів пристосовують найважливіші життєві процеси до періодичної зміни освітленості, температури, вологості впродовж доби. Фотосинтез рослин потребує світла, пелюстки квітів закриваються на ніч, щоб захиститися від холоду. Залежно від добової активності тварин поділяють на денних (наприклад, олені, граки) і нічних (наприклад, сови, їжаки). Нічний спосіб життя пустельних тварин допомагає їм уникати денної спеки та зберігати воду в організмі.

Дослідження, спостереження

Поспостерігай за квітами та уточни час їхнього цвітіння. Можливо, деякі із цих квітів ростуть у твоїй місцевості. Час відкриття й закривання квітів для різних територій дещо відрізняється. Пригадай чому (§ 17, пункт 2). Для виконання завдання скористайся матеріалами досліджень.



1 — козелець лучний; 2 — льон; 3 — гірчак; 4 — цикорій; 5 — мак; 6 — шипшина; 7 — гвоздика; 8 — кульбаба; 9 — картопля; 10 — осот; 11 — дзвіночки; 12 — латаття біле; 13 — фіалка; 14 — тютюн запашний; 15 — в'юнок; 16 — фіалка нічна; 17 — нагідки; 18 — мати-й-мачуха

Розмноження деяких морських червів відбувається в певну фазу Місяця. А перелітні птахи, морські черепахи під час своїх переміщень для розмноження орієнтуються за Сонцем, зорями, фазами Місяця.

Сезонні біоритми допомагають тваринам пережити холодні зими з їх короткими днями та нестачею їжі. Багато тварин впадають у зимову сплячку (кажани, ведмеді, борсуки, їжаки), у рослин опадає листя та настає період зимового спокою. Сезонні зміни ландшафтів спричинюють зміни забарвлення тварин (наприклад, у зайців на зиму світлішає хутро).

Коротко про головне

1. Біологічні ритми — це періодичні зміни живої природи відповідно до періодичних змін у середовищі.
2. Зовнішні періодичні зміни неживої природи визначають наявність у всіх живих істот зовнішніх біоритмів, які поділяють на добові, місячні, сезонні та багаторічні.
3. Біологічні ритми забезпечують пристосованість живих організмів до змін навколишнього середовища.

Відкрий ресурс і виконай завдання на узагальнення знань до розділу 4. →



Розділ 5. Пізнаємо себе і світ



§ 51 Як пізнати свої здібності

1 Як стати кращим / кращою

Здібності — це психічні особливості людини, які забезпечують їй успішну діяльність у певній галузі. Без здібностей до спостереження важко уявити дослідника, письменника, лікаря, психолога. У художника має бути надзвичайно розвинена зорова пам'ять та уява. У творчості інженера велике значення має абстрактне мислення. Для водія важлива швидкість реакції та властивості уваги.

Не очікуй, що зможеш одразу зрозуміти все про себе. Для «знайомства» із собою потрібен час. У тебе, без сумніву, є сильні сторони, здібності, інтереси, і ти вже реалізуєш себе відповідно до них. Будь дослідником / дослідницею і вияви їх за простими ознаками: що тобі легко дається, що найбільше хочеться робити, чого ти охоче навчаєшся, що можеш робити навіть без винагороди, як допомагаєш іншим, про що мрієш.

Ніхто з людей не народжується з умінням що-небудь робити. І ніхто не знає своїх здібностей, доки не спробує застосувати їх. Розвиваючи здібності, ти прокладаєш собі шлях до успіху в житті, відкриваєш нові можливості.

Завдання

Поділися в групі інформацією про свої здібності. Розпочинай із фрази: «Не хочу хвалитися, але я...»

2 Чому важливі пам'ять і увага

Ти вчишся, тобто засвоюєш нові знання, а пам'ять їх зберігає. Без навчання тобі не було б що запам'ятовувати. Пам'ять є надзвичайно важливою для всього процесу навчання, бо ти маєш запам'ятати, а потім відтворити те, чого навчився / навчилася. Без навчання не було б розвитку, а без пам'яті та спогадів ми не лише не змогли б навчатися й розвиватися, а навіть не впізнавали б родину і друзів.

Запитання

Які можливості з'являться в тебе, якщо ти розвинеш свої здібності?



Мал. 207.
Недостатнє харчування, дефіцит сну, страх, куріння і вживання алкоголю, хвилювання і стрес знижують здатність запам'ятовувати

Для запам'ятовування нової інформації вкрай важливою є концентрація уваги — зосередженість на одному об'єкті. Важливо уникати великого дефіциту сну. Стрес, страх, хвилювання також можуть пригнітити здатність запам'ятовувати (мал. 207).

Першочерговим завданням пам'яті є підвищення можливості нашого виживання. Це знаряддя, яке ми використовуємо, щоби змінити або пристосувати наші звички на основі попереднього досвіду. Що тепер робити? Куди йти? Чого слід сподіватися? Наша пам'ять потрібна не для того, щоб відтворювати минуле, а для

того, щоб зробити правильний вибір на майбутнє. На основі того, що ми бачили й пережили, у мозку спрацьовує механізм формування емоцій та переходу короткочасної пам'яті в довготривалу (весь наш досвід, усі здобуті знання і здібності).

Привчати себе зосереджено працювати в різних умовах — ось надійний шлях розвитку уваги. Із цього погляду дослідницька діяльність відкриває перед тобою неоціненні можливості.



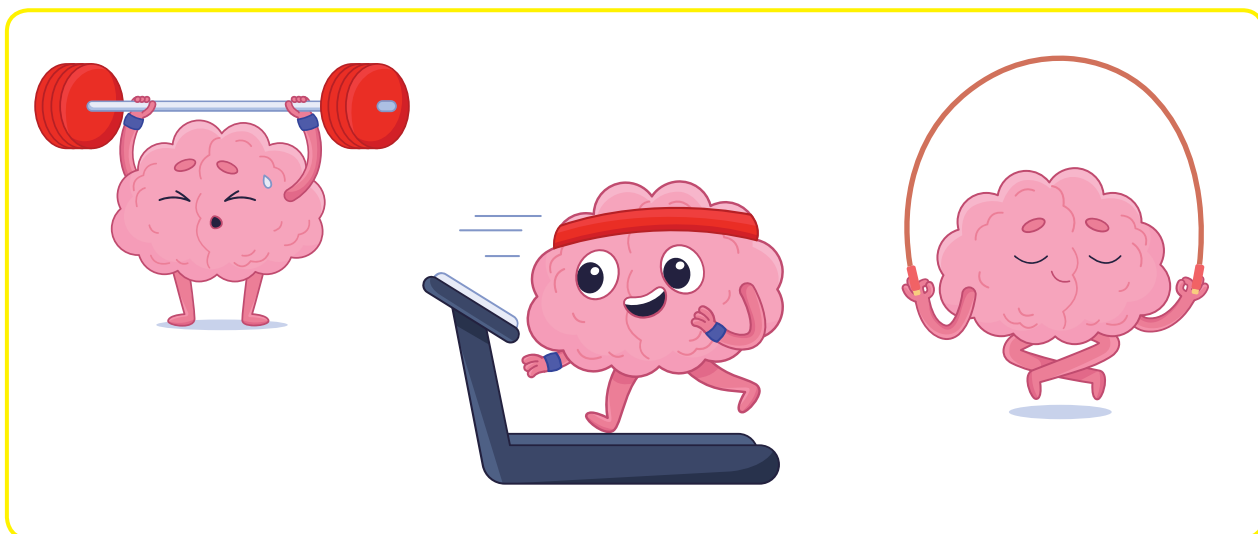
Наукові суперечки

Завдання

Поклади на стіл сім різних предметів, накрій їх. Відкрий, полічи повільно до десяти, знову накрій і опиши предмети на папері якомога повніше. Збільшуй кількість предметів.

Маса нашого мозку становить лише 2 % від маси тіла, а споживає він 20 % усієї енергії нашого організму. Слони й деякі види китів мають більший мозок, ніж ми. Маса мозку синього кита становить 8 кг. Але маса його тіла — 100 тонн. Тож у співвідношенні до маси тіла наш мозок — найбільший. І наше IQ вимірюється не кілограмами. Людина розумніша за тварин ще й тому, що кора

нашого головного мозку є більшою, ніж у тварин. Жодний інший організм без такого унікального мозку не має інтелекту, почуття гумору й розвиненої мови. Піклуйся про важливий орган, який керує твоїм організмом, — мозок (мал. 208).



Мал. 208. Спорт і фізична активність покращують когнітивні функції

ЗАПИТАННЯ

1. Як ти розумієш вислів Вільяма Даннінга: «Великі можливості приходять до всіх, але деякі люди навіть не підозрюють, що зустрілися з ними»?
2. Прочитай статтю «Стравопис для мозку». Якими продуктами для роботи мозку ти поповниш свій щоденний раціон?



Стравопис
для мозку

3 Навіщо вивчати свої біоритми

Для збереження рівноваги в довкіллі наш організм пристосовується до різноманітних змін (погоди, сезонних коливань температури, кількості та характеру опадів, інтенсивності сонячного світла).

Зміна дня і ночі впливає на всі функції організму (серцебиття, тиск крові, вироблення гормонів — речовин, що контролюють діяльність усіх органів і систем організму). Біоритми забезпечують наше існування в довкіллі та взаємозв'язок із ним.



Як стати
«супергероєм»
праце-
здатності

Порушення біологічних ритмів ми відчуваємо як зміни настрою, самопочуття, емоцій та працездатності. Вони виникають у зв'язку з умовами і темпами сучасного життя (переїзди та перельоти, переведення годинників, навчання в різні зміни, порушення режиму дня, застуда, непередбачені події, що потребують додаткових фізичних зусиль, стреси). Клітини, органи, системи, цілий організм і людська спільнота загалом мають біоритми, що тривають від мілісекунд (хвилі головного мозку, клітинні ритми, частота серцевих скорочень) до декількох років (оновлення клітин органів та систем).

Наші біоритми можуть порушитися під час інтенсивного навчання, фізичних навантажень, а також при захворюваннях. Наприклад, під час застуди змінюється ритм дихання, з'являється сонливість у денний час, фізична втома при виконанні навіть легких повсякденних завдань, знижується активність.

Щоб досягти більшого в житті, працюй синхронно зі своїми біоритмами. Дослухайся до себе, вивчай біоритми свого тіла та підлаштовуй їх під своє навчання і відпочинок. А як цього досягти, читай у пізнавальному матеріалі до с. 157.

Коротко про головне

1. Про свої здібності можна довідатися лише застосувавши їх на практиці. Розвиваючи здібності, ти прокладаєш собі шлях до успіху в житті, відкриваєш нові можливості.
2. Для процесу навчання дуже важливою є пам'ять та концентрація уваги.
3. Періодичні процеси в природі впливають на твоє мислення, запам'ятовування, швидкість реакцій, генерування ідей. Прислухайся до себе, вивчай свої біоритми.

§ 52

Як підкорили царство холоду

1 Скільки полюсів у Землі

Усі знають про географічні та магнітні полюси Землі — Північний та Південний. Крім них, є ще полюс відносної недосяжності — це географічна точка, яку найскладніше досягти через її значну віддаленість від усіх транспортних шляхів. **Північний полюс недосяжності** ($84^{\circ}03'$ пн. ш., $174^{\circ}51'$ зх. д.) розташований у Північному Льодовитому океані на відстані 661 км від Північного полюса. **Південний полюс недосяжності** розташований в Антарктиді, у точці найбільшого віддалення від морських берегів. На обох полюсах недосяжності побували полярні експедиції.

Океанічний полюс недосяжності, або точка Немо ($48^{\circ}52'$ пд. ш., $123^{\circ}23'$ зх. д.), — географічна точка в океані, найвіддаленіша від суходолу. Вона розташована в Тихому океані на відстані 2 688 км від найближчої землі. Загалом з 1971 по 2016 рік тут затоплено понад 260 космічних апаратів. Безлюдний тихоокеанський острів Дюсі розташований на межі «Кладовища космічних станцій». Експедиції у точку Немо дуже рідкісні (мал. 209).



Мал. 209: 1 — український мандрівник Вадим Івлєв, радіолюбитель, етнограф; 2 — Міжнародна експедиція до о. Дюсі (4-й праворуч у верхньому ряді Вадим Івлєв)

Погода в різних куточках Землі встановлює свої рекорди та визначає особливі полюси: холоду і спеки, гроз і дощу, вітрів та сонячного випромінювання.

Полюс холоду — місце з найнижчими температурами повітря на земній поверхні. У Південній півкулі полюсом холоду є район антарктичної станції «Восток», поблизу якої 21 липня 1983 року було зафіксовано найнижчу температуру повітря, яка становила $-89,2^{\circ}\text{C}$. У грудні 2013 року навколо японської полярної станції «Купол Фудзі» вчені зафіксували новий рекорд найнижчої температури на поверхні Землі — мінус $94,7^{\circ}\text{C}$. Через те що вимірювання проводили не за допомогою термометрів, а із супутника, цей температурний рекорд не було визнано.

Завдання

Знайди на фізичній карті світу й нанеси на контурну карту полюси недосяжності.

Максимальна температура повітря на Землі в затінку (полюс спеки) сягнула позначки $+71\text{ }^{\circ}\text{C}$ в іранській пустелі Деште-Лут у 2005 році. На земній кулі є **полюс гроз** — місце, де спостерігають 322 грозових днів за рік. Це місто Богор на острові Ява в Індонезії. **Полюсом дощу** називають гору Вай-Але-Але в центрі гавайського острова Кауаї, де дощі йдуть 350 днів у році.

Полюсом вітрів називають район, де дуже часто дмуть сильні вітри або виникають шторми. На Землі таких полюсів декілька. Головний із них розташований на східному узбережжі Антарктиди. В Антарктиді дмуть найсильніші вітри на планеті.

Завдання

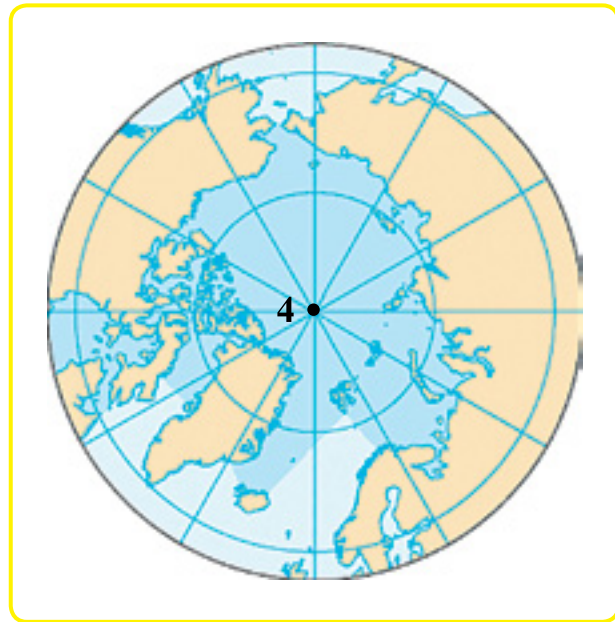
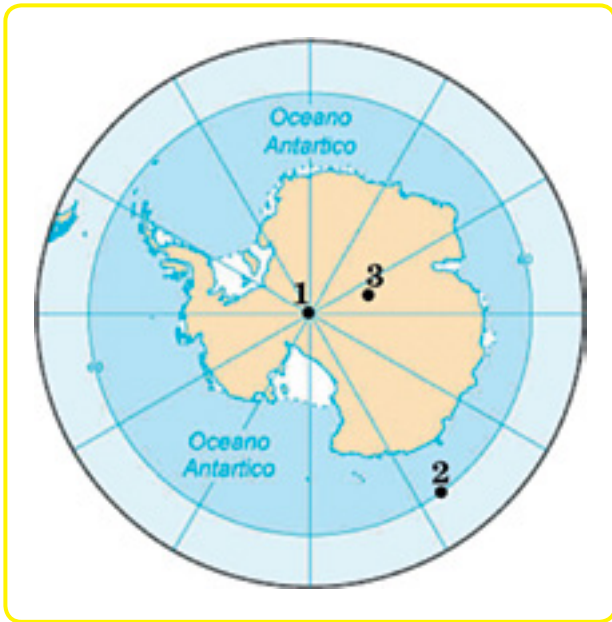
Знайди на фізичній карті світу місцевості, вказані в тексті параграфа, і постав на контурній карті відмітки полюсів холоду і спеки, гроз і дощу, вітрів та сонячної радіації. Який материк є рекордсменом за кількістю полюсів?

Полюс сонячної радіації теж розташований у межах Антарктиди. Улітку, коли в Антарктиці встановлюється полярний день, у центральні райони материка надходить максимальна на земній кулі кількість сонячного випромінювання, що перевищує навіть ту, яку отримує земна поверхня поблизу екватора.

2 | Хто підкорив обидва географічні полюси

Південний полюс розташований у межах Полярного плато Антарктиди на висоті приблизно 2800 м над рівнем моря. Північний полюс міститься в центральній частині Північного Льодовитого океану, де глибина не перевищує 4000 м. Упродовж року в районі Північного полюса дрейфують потужні багаторічні пакові льоди. Північний полюс значно тепліший, ніж Південний. Він розташований не на висоті в центрі континенту, а на рівні моря посеред океану, який діє як акумулятор тепла. Найвища зафіксована температура на Північному полюсі — плюс 5 °С, а на Південному — мінус 12,3 °С.

Руаль Амундсен з дитинства любив спорт, а на лижі став, як тільки навчився ходити. У 1905 році він здійснив мрію свого дитинства: першим у світі на яхті обігнув Північну Америку північно-західним шляхом та почав готуватися до підкорення Північного полюса. Але неза-



Мал. 210. Приполярні зони: 1 — Південний полюс, 2 — південний магнітний полюс, 3 — південний полюс недосяжності, 4 — Північний полюс

довго до старту експедиції стало відомо, що Північний полюс уже відкрили. Тож учений, не вагаючись, змінив мету: ідемо на Південний! Таким був норвезький полярний дослідник Амундсен: амбіційним, наполегливим, рішучим і витривалим.

Експедиція на санях, запряжених собаками, вирушила в путь. 14 грудня 1911 року Руаль Амундсен із чотирма членами своєї експедиції першим досягнув Південного полюса Землі. Він на 35 днів випередив свого конкурента англійця Роберта Скотта, якому залишив на полюсі палатку, провізію і лист до короля. Уся подорож Амундсена до Південного полюса й назад тривала 99 днів.



Мал. 211. 1 — Амундсен у полярному екіпіруванні та снігоступах;
2 — упряжка гренландських лайок

Мрія Амундсена підкорити Північний полюс здійснилася в 1926 році. Експедиція, яку очолював Руаль Амундсен, на дирижаблі «Норвегія» вперше пролетіла над Північним полюсом. Амундсен став першою людиною, яка побувала на обох географічних полюсах.

Дивовижні люди неймовірної волі й сили духу є і серед наших сучасників. Британський мандрівник, володар низки рекордів на витривалість Ранульф Файнс теж побував на обох полюсах — у кругосвітній подорожі. Зазвичай такі подорожі на нашій планеті здійснювалися в широтному напрямку, тобто із заходу на схід чи навпаки. Уперше в історії англійські мандрівники Ранульф Файнс і Чарльз Бартон здійснили унікальну кругосвітню подорож, обігнувши нашу планету в меридіональному

напрямку — через її полюси, користуючись лише наземним транспортом.

Файнс із дитинства мріяв про пригоди та подорожі. Крім пристрасі до подорожей, Файнса мотивує користь, яку він приносить, збираючи кошти на благодійність. У 1984 році Книга рекордів Гіннеса назвала Файнса «найвеличнішим з нині живих мандрівників-дослідників у світі».

Файнс спробував самотужки досягти Північного полюса, але його нарти, запряжені собаками, провалилися під лід. У крижаній воді на арктичному холоді він відморозив верхні фаланги пальців лівої руки. Неймовірно, але він пробіг сім марафонів після інфаркту і шунтування серця, а щоб подолати страх висоти, зайнявся альпінізмом і став найстарішим британцем, який підкорив



Мал. 212. Ранульф Файнс мріє про підкорення семи вершин, з яких три вже підкорив

Джомолунгму. Файнс може стати першою людиною, яка підкорила сім найвищих вершин кожного континенту Землі (мал. 212) та два полюси.

Завдання

Прочитай статтю й довідайся, як виготовити захисні окуляри, снігоступи та як уберегтися від холоду в екстремальних умовах.



Школа
виживання

3 Як працюють полярники

Сьогодні Україна — повноправний член практично всіх міжнародних організацій, які займаються антарктичними полярними дослідженнями. Щороку на станцію «Академік Вернадський» вирушає експедиція. Дослідження наших полярників важливі для світової науки, тому робота на станції не зупинялася ані в часи коронавірусу, ані під час війни.

Половина складу експедиції — це технічний персонал, від якого залежить здоров'я та життя полярників і робота станції. Це дизеліст-електрик, системний механік, кухар, лікар-хірург та системний адміністратор зв'язку. Інша половина — науковці: метеоролог, океанолог, озонметрист, геофізики та біологи. В експедиції працює

правило трьох «в» — взаєморозуміння, взаємоповага, взаємовиручка. Усі члени експедиції — фізично витривалі, загартовані й треновані. Випробування для полярників починаються ще в дорозі. Перельоти, зміна часових поясів і температур даються взнаки. В Антарктиді їм доводиться звикати до складного клімату, сильних вітрів, штормів і швидкої зміни погоди.

Працюючи в групі, використовуйте правило трьох «в» наших полярників.



Мал. 213. 1 — полярник-зоолог Ігор Дикий із миролюбним об'єктом досліджень — тюленем Уеддела; 2 — Світлана Краковська, українська науковиця на станції «Академік Вернадський»

Завдання

Довідайся з додаткових джерел інформації в інтернеті, які традиції є на станції «Академік Вернадський».



Спостереження за китами



Мал. 214. Каталоги хвостів китів та малюнків на череві тюленів
Уеддела

Кожна експедиція має свої завдання. Нові та дуже цікаві біологічні дослідження проводила 24-та антарктична експедиція. Зокрема, заміри вмісту мікроплас-

тику у воді та донних відкладах поблизу станції, щоб з'ясувати масштаби пластикового забруднення в Південному океані; визначення нових видів організмів в океані за допомогою спеціального аналізу за залишками їхньої ДНК (частинками луски, шкіри, продуктів життєдіяльності) у воді; вивчення складу мікробних угруповань у ґрунтах та айсбергах, щоб виявити унікальні гени пристосування до екстремальних умов Антарктиди; аналіз вмісту хімічного забруднення в тканинах риб, молюсків та китів. За невеличкими зразками шкіри китів, узятих за допомогою спеціального арбалета на відстані із човна (див. відео), полярники визначають шляхи перенесення небезпечних речовин між континентами, за каталогом хвостів китів (мал. 214.1) та малюнків на череві тюленів Уеддела (мал. 214.2) досліджують шляхи їхніх міграцій заради збереження цих видів.

На важкодоступних для зимівників ділянках островів науковці встановлюють фотокамери і спостерігають за колоніями антарктичних видів пінгвінів. Відтак вони оцінюють біологічні ресурси Південного океану, адже пінгвіни є своєрідними індикаторами криля (антарктичної креветки), яку люди виловлюють у промислових масштабах.

Біологи вивчають «квітування» дивовижної рослини, яка виживає в екстремальних умовах Антарктиди, — дешампсії (або щучки антарктичної). Насіння цієї рослини морські птахи переносять на відкриті від снігу ділянки суходолу, воно проростає, а через зміну клімату формується антарктична тундра.

На станції ведуться спостереження за магнітним полем Землі, атмосферними явищами, фіксують метеорологічні дані.



Наукові суперечки

ЗАПИТАННЯ

Що таке «снігова хвороба»? Як від неї вберегтися? Шукай відповіді за пізнавальним матеріалом «Школа виживання» на с. 166.

КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

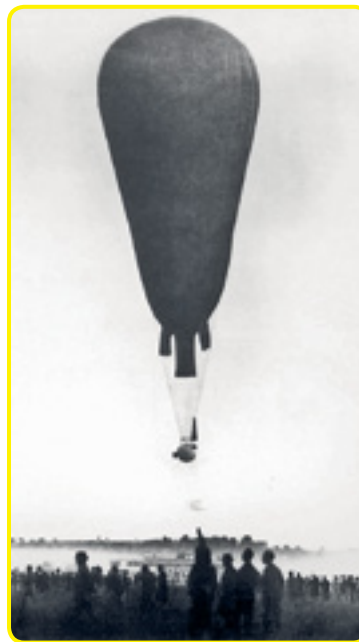
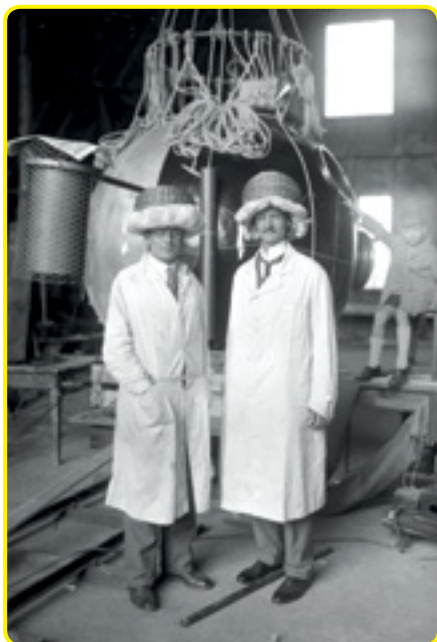
1. Окрім географічних та магнітних полюсів, на Землі є полюси недосяжності, холоду, спеки, вітрів, гроз, дощу, радіації.
2. Першою людиною, яка побувала на обох географічних полюсах, став Руаль Амундсен.
3. Станція «Академік Вернадський» — постійна екологічна лабораторія. Дослідження наших полярників важливі для світової науки, тому робота на станції не зупинялася ані в часи коронавірусу, ані під час війни.

§ 53

Як підкорили земні оболонки

1 Як обігріти гондолу

Відважний повітроплавець і винахідник стратостата Огюст Піккар із дитинства цікавився наукою. Він вирішив піднятися у стратосферу, тобто на висоту понад 11 км. Стратостат — це повітряна куля, але до неї прикріплена не відкрита корзина, а сферична герметична гондола з алюмінію, усередині якої нормальний тиск. Дослідник знав, що на висоті 15–17 км не тепліше, ніж в Антарктиді (50–70 градусів нижче нуля). Отже, кулю



Мал. 215. Огюст Піккар і Пауль Кіпфер здійснили перший у світі політ у стратосферу

треба обігрівати. Але кожен зайвий грам перешкоджає підйому. Піккар використав безкоштовне джерело тепла — Сонце, адже у стратосфері небо безхмарне. Він пофарбував гондолу в чорний колір, і в ній виявилось навіть спекотно.

27 травня 1931 року Огюст Піккар і Пауль Кіпфер здійснили перший у світі політ у стратосферу з міста Аугсбурга (Німеччина) і досягнули висоти 15 785 м. Політ став справжньою сенсацією, про яку писала вся світова преса. Під час польоту Піккар зібрав важливі дані про верхні шари атмосфери і про космічні промені. Усього Піккар здійснив 27 польотів, досягнувши максимальної висоти 23 000 м. Огюст Піккар — конструктор батискафа «Трієст», у якому його син Жак підкорив Маріанську западину. Онук Огюста і син Жака — Бертран Піккар — першим у світі здійснив навколосвітню подорож на повітряній кулі.

2 | Чи можна побачити повітря

Повітря у твоїй кімнаті побачити неможливо. Але малесеньку порцію повітря побачити і навіть сфотографувати легко — наприклад, бульбашку у воді. Подивися фото Землі з космосу (мал. 216). Блакитна смужка «на краю Землі» — це і є повітря, атмосфера.



Наукові
суперечки

Мал. 216. Вогні Землі з космосу

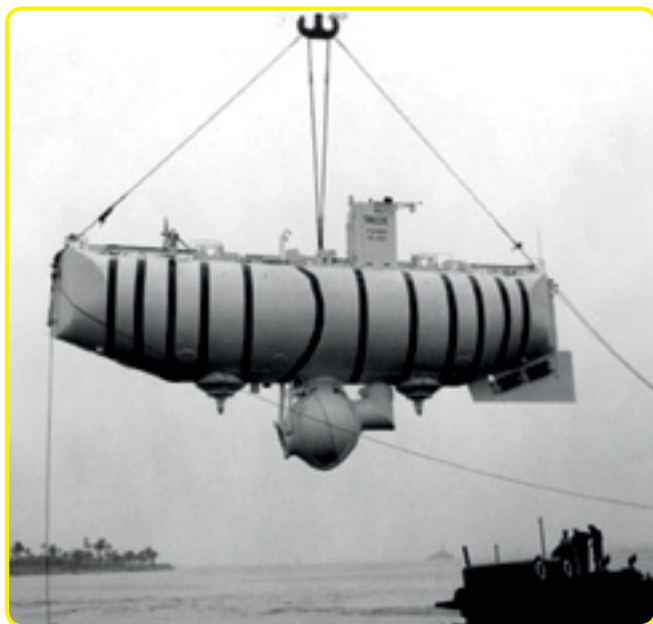
Побачити повітря можна, піднявши голову до неба. Чисте синє небо — це і є повітря. До речі, мерехкотіння повітря над розігрітим асфальтом — це теж спосіб побачити повітря.

Цікаво, що 99 % повітря перебуває не вище 30 км від поверхні. Тобі здається, що це багато? Але це приблизно 0,24 %, порівнюючи з діаметром нашої планети. Подивися на шкільний глобус: товщина атмосфери в такому масштабі приблизно дорівнює товщині паперу, яким обклеєно глобус.

Повітря й вода — це наш безцінний ресурс. На кожну людину на Землі припадає приблизно 240 мільйонів тонн океанської води та 700 тисяч тонн повітря.

3 Як досягнути дна

Океанічний жолоб Маріанська западина (10 994 м) розташований у західній частині Тихого океану. Це одне з найзагадковіших та найменш досліджених місць на Землі. Про існування цього жолоба людство довідалося в 1875 році під час експедиції британського судна «Челленджер». На честь корабля-першовідкривача западину назвали Безоднею Челленджера.



Мал. 217. Батискаф «Трієст»

Завдання

Знайди на карті Безодню Челленджера. Довідайся, скільки людей опускалося на її дно. Як гадаєш, які здібності та риси характеру притаманні цим людям?

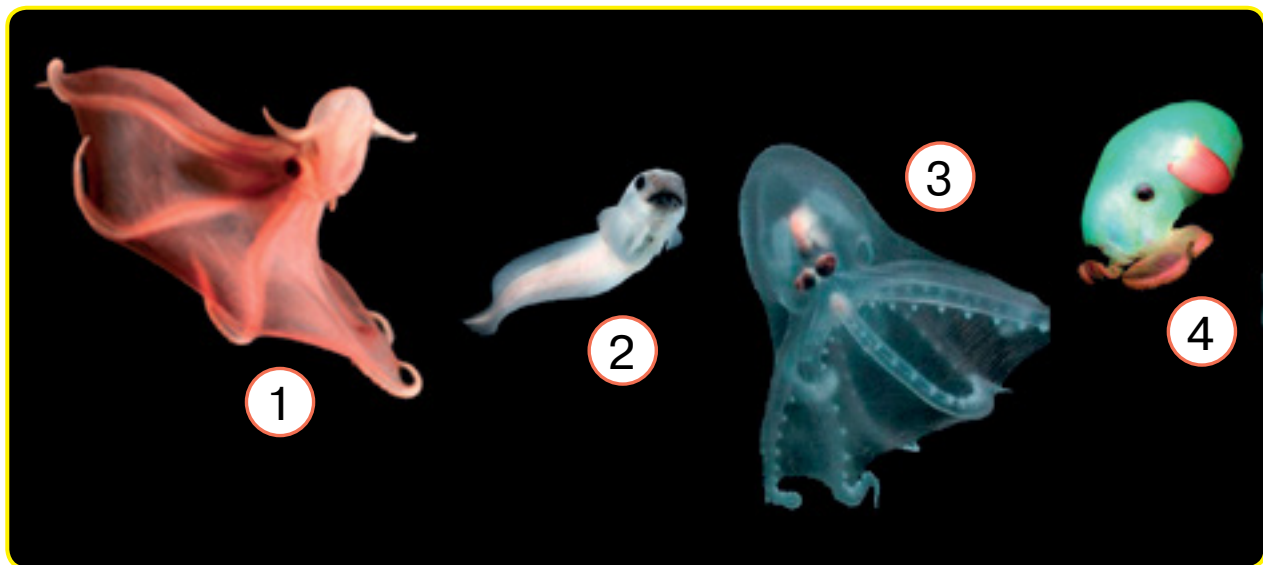
Перше максимально можливе на Землі глибоководне занурення людини на дно Маріанської западини відбулося 23 січня 1960 року. Наукову експедицію на батискафі «Трієст» очолювали лейтенант ВМС Сполучених

Штатів Америки Дон Волш і дослідник Жак Піккар. На дні безодні сміливці несподівано натрапили на плоских риб розміром до 30 см, схожих на камбалу, і спростували гіпотезу про те, що на таких глибинах немає життя.

Таблиця 12

Географічні дані. Маріанська западина

Географічні координати	11°21'0" пн. ш., 142°12'0" сх. д.
Найближчий материк	Австралія
Частина світу	Океанія
Географічний макрорегіон	Мікронезія
Архіпелаг	Маріанські острови
Протяжність	понад 1500 км
Найглибша відмітка	Безодня Челленджера (10 994 м)



Мал. 218. Мешканці безодні: 1 — восьминіг, що світиться; 2 — чорномордий морський равлик; 3 — телескопічний восьминіг; 4 — восьминіг дамбо

4 Де на Землі Полюс висоти

Відтоді як Джомолунгму було визнано найвищою вершиною на Землі (8848 м), вона стала своєрідним третім полюсом світу. Після відкриття всіх материків, досягнення Північного і Південного полюсів сміливці намагаються підкорити ще один рубіж — Полюс висоти (мал. 219, 220).



Мал. 219. «Я зійшов у вишиванці і хотів донести, що ми — українці, і ми ходимо на Еверест». Віталій Козубський піднімається на найвищі вершини світу у вишиванці



Мал. 220. Ірина Галай — перша українка, яка підкорила Еверест

Кліматичні умови на вершині досить суворі, і більшу частину року піднятися на вершину неможливо. Середньорічна температура тут -36°C , а вночі часто падає до -60°C . Ураганні вітри можуть досягати швидкості

200 км/год. Саме тому сходження на Еверест відбуваються здебільшого у травні, коли стихають мусони і, якщо пощастить, на декілька тижнів встановлюється нормальна погода.

На висоті 7000 м рівень кисню в крові становить 60 % від необхідного, що є критичною межею для людини. Вище цієї точки неможлива акліматизація, і

навіть досвідчений і тренований альпініст без кисневої маски на такій висоті може прожити лише 2–3 дні.

Саме з такими труднощами зіткнулись перші підкорювачі Джомолунгми і всі ті, хто йдуть за ними сьогодні. Першими людьми, які піднялися на Еверест, були Едмунд Гіллари і Тенцинг Норгей (шерпа). Дізнайся більше з пізнавального матеріалу до цієї сторінки.



Перші
на Евересті

Коротко про головне

1. Огюст Піккар сконструював батискаф, у якому його син Жак підкорив Маріанську западину. Онук Огюста і син Жака — Бертран Піккар — першим у світі здійснив навколосвітню подорож на повітряній кулі.
2. Першими людьми, які підкорили полюс висоти (Еверест), були Едмунд Гіллари і Тенцинг Норгей.

§ 54 Що приховує Амазонія

1 Які рекорди в Амазонії

Амазонка є найповноводнішою рікою планети, а її басейн (Амазонія) охоплює майже дві третини всього континенту. Тут мешкає понад мільйон різноманітних видів — десята частина всіх видів тварин і рослин Землі. Мандрівник знайде тут дивовижні дерева: галактодендрон — «дерево-корову», сік якого схожий за смаком на молоко; кебрачо, деревина якого тоне у воді й така міцна, що не розрубати сокирою; легке бальсове дерево, з якого видовбували каное й робили плоти для далеких мандрівок. У водах Амазонки живуть крокодили, велика кількість риб, найвідоміші з яких — небезпечні піраньї



Мал. 221. Рекордсмени Амазонії: 1 — кондор, найбільший літаючий птах; 2 — вікторія регія, найбільша рослина з родини Лататтевих

та дружелюбні прісноводні дельфіни інея. Науковці досі відкривають тут нові форми життя.

Таблиця 13

Географічні дані. Амазонка

Географічні координати витоку річки	4°26'25" пд. ш., 73°26'50" зх. д.
Материк	Південна Америка
Частка площі території країн, які розташовані в басейні Амазонки	Бразилія (62,4 %), Перу (16,3 %), Болівія (12,0 %), Колумбія (6,3 %), Еквадор (2,1 %)
Протяжність	6 592 км
Площа водозбірного басейну	6 915 000 км ²
Висота витоку	5 597 м
Середньорічний стік	219 000 м ³ /с
Найбільші притоки	Пурус, Ріу-Негру, Мадейра, Тапажус, Шінгу, Токантінс, Напо
Кліматичний пояс	Екваторіальний

Завдання

На території якої країни бере початок Амазонка? Знайди витік річки на карті.

2 Дослідження Амазонки

У басейні Амазонки розкинувся найбільший у світі вологий тропічний ліс (сельва), який описав Олександр фон Гумбольдт під час своєї подорожі у Південну Америку в 1799–1804 роках. Клімат вічнозеленого екваторіального лісу жаркий і вологий; протягом року температура повітря коливається в межах 25–28 °С і навіть уночі не опускається нижче 20 °С. Оподи тут надзвичайно рясні — їх річна кількість становить 2000–4000 мм.



Мал. 222: 1 — плем'я з амазонських лісів Еквадору здобуло перемогу в суді над нафтовими компаніями, надавши докази забруднення землі й вод токсичними відходами, 2 — дівчинка племені терена¹ (корінне населення Бразилії)

¹ Чисельність терена на початок ХХІ ст. становила приблизно 19 000 людей. Розмовляють мовою терена.

Крізь густе листя і переплетення ліан під крони дерев проникає мало світла, а буйна рослинність ускладнює пересування, позбавляючи орієнтації. Щоб здолати навіть невелику відстань, часто потрібно прорубувати дорогу спеціальним ножем — мачете.

Індіанські племена Амазонії досі повністю не вивчені. Їхній спосіб життя усамітнений, а місця проживання важкодоступні. За різними джерелами, нині в тропічних лісах Амазонії проживає 400–500 племен. Корінні народи Амазонії виборюють своє право на чисте середовище життя (мал. 222).

3 Чому екосистема Амазонії в небезпеці

Світові магнати мріють використати потужні води Амазонки для виробництва електроенергії. Але течія річки надто повільна, річка надто широка, а її русло — непередбачуване. Уздовж усього русла береги Амазонки не з'єднує жоден міст. А от притоки головної водної артерії Південної Америки відповідають усім критеріям для будівництва ГЕС. Ця обставина, а також масове вирубування лісів Амазонії становлять велику загрозу для однієї з найбільших екосистем планети.

До катастрофічних наслідків призвело зведення дамби на притоці Амазонки Уатумія. У середині 80-х років

минулого сторіччя власники компанії-забудовника проігнорували протести місцевих жителів, закрили шлюзи на дамбі, внаслідок чого сталася екологічна катастрофа. Норовлива річка змінила русло й затопила сотні гектарів землі. За лічені години під водою опинилося село, загинуло понад 10 000 тварин, серед яких було дуже багато мавп. Згодом буйна деревна рослинність під водою почала гнити, загинули всі підводні мешканці, отруївши навколишні джерела питної води.

Нижче від дамби створено Заповідник сталого розвитку Уатума, який захищає нижню частину басейну річки.



Мал. 223: 1 — вирубування лісів у Бразилії;
2 — пожежі в лісах Амазонії



Наукові суперечки



Вирубування лісів Амазонії у Бразилії (мал. 223.1) досягло найвищого рівня за останні 15 років. Це призвело до природних пожеж (мал. 223.2). Основною причиною знищення лісів є деревина та вивільнення території під сільське господарство.

Ліси басейну Амазонки є «легенями планети», адже виробляють 20 % кисню планети. Саме тому порушення балансу екосистеми Амазонії може призвести до трагедії планетарного масштабу.



Вологі
екваторіальні
ліси

ЗАПИТАННЯ

Прочитай статтю про екосистему вологих екваторіальних лісів. Чим приваблює сельва мандрівників? Які небезпеки їх тут підстерігають?

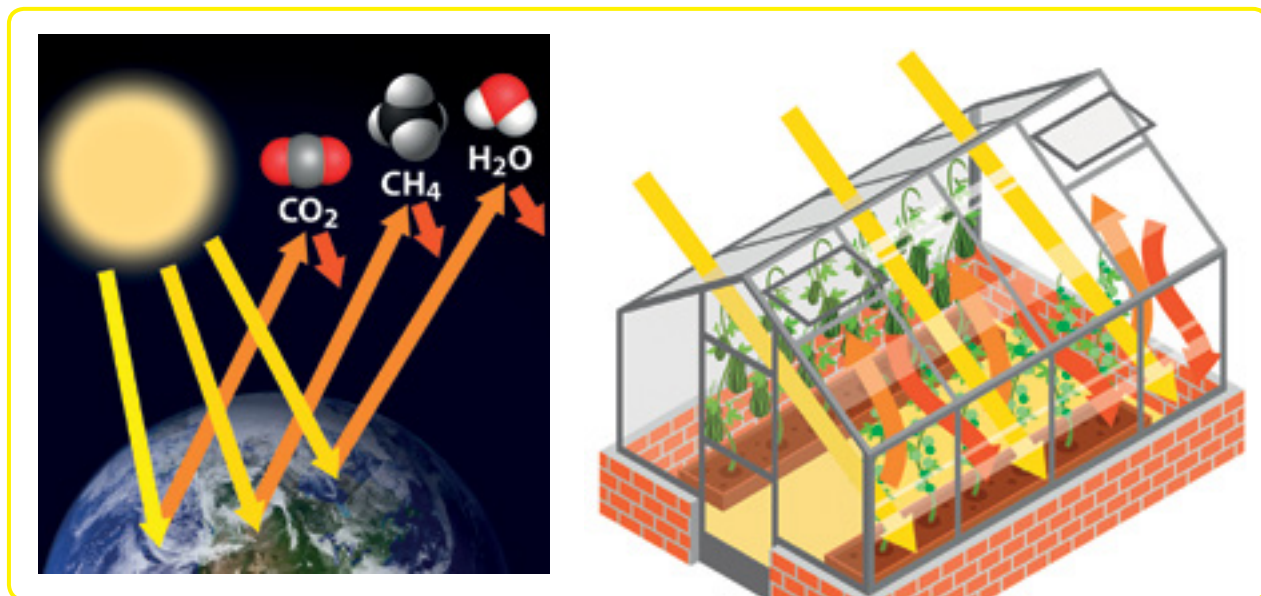
КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Басейн Амазонки — світовий генофонд розмаїття живої природи.
2. Екваторіальні тропічні ліси виключно важливі: вони є місцем життя багатьох біологічних видів та «легенями планети».
3. Захист екосистеми Амазонії має важливе значення для збереження клімату Землі.

§ 55 ЯК ЗМІНИТИ СВІТ НА КРАЩЕ

1 Чому на Землі стає тепліше

Сонце безперервно нагріває Землю. Здавалося б, температура на Землі має невпинно рости. Це не так, бо існує баланс: скільки енергії Земля отримує від Сонця, стільки само вона випромінює назад у навколишній простір. Частина цієї енергії поглинається в атмосфері вуглекислим газом, метаном, водяною парою (парникові гази). Потім ці гази випромінюють її в усіх напрямках, повертають тепло на Землю і нагрівають її. Це явище називають парниковим ефектом (мал. 224).



Мал. 224. Парникові гази повертають частину енергії на Землю

Завдання

Поясни за мал. 224 аналогію між парником та атмосферою Землі. Скористайся інформацією у статті «Земля — велика теплиця».



Земля —
велика теплиця

Науковці стверджують, що середня температура на Землі зростає. Одним із пояснень глобального потепління є збільшення парникових газів в атмосфері Землі. Зокрема, багато вуглекислого газу потрапляє в атмосферу під час спалювання нафти, газу й вугілля. Наслідками глобального потепління є танення льодовиків, піднімання рівня води у Світовому океані, засухи й обміління прісних водойм, лісові пожежі, паводки, деградація коралових рифів. Такі зміни призведуть до незворотної шкоди для багатьох екосистем.

У міжнародному співробітництві з охорони навколишнього середовища наша держава посідає одне з вагомих місць. Будучи членом ООН, Україна виконує міжнародні зобов'язання з охорони навколишнього середовища.

2 Що таке рівновага в природі

Ти вже знаєш, що організми в екосистемі пов'язані між собою. Кожний організм займає в ній свою нішу й

виконує певну функцію. Завдяки цьому екосистема перебуває в рівновазі. Діяльність людини може істотно її порушити.

Масове полювання на китів призвело до значного зменшення цих ссавців у водах Антарктиди. Водночас кількість дрібних молюсків — криля, яким живляться кити, мала б зрости. Але тут ще раз втрутилася людина: через неконтрольований комерційний вилов криля та потепління клімату, яке негативно позначається на розвитку діатомових водоростей, якими харчується



Мал. 225. Вплив людини на природу:

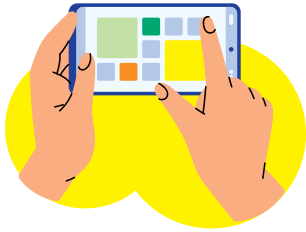
- 1 — лелека заплутався в пластиковому пакеті;
- 2 — забруднена водойма;
- 3 — пінгвіни в нафті



криль, його кількість, навпаки, зменшилася. Це призвело до зменшення чисельності антарктичних пінгвінів та невеликих пінгвінів Аделі. Науковці б'ють тривогу: за останнє століття кількість фітопланктону, з якого починаються більшість харчових ланцюгів в океані, скоротилася вдвічі.

Для задоволення своїх потреб людина добуває величезну кількість сировини, у першу чергу кам'яного вугілля, нафти й газу, інших корисних копалин. Ця діяльність призводить до змін рельєфу місцевості, руйнування ґрунту, рослинного і тваринного світу, навіть до зникнення певних видів і порушення рівноваги в природі (мал. 225).

Людина використовує метали, мінерали, камінь і дерево для побудови житла й виготовлення предметів побуту; здоров'я людини визначається впливом на неї мікробів, бактерій і вірусів, рослин і комах; тварини забезпечують людину м'ясом, яйцями, медом, шкірою, шовком і сотнями інших корисних речей; світ рослин постачає людині хліб, бавовну, овочі, фрукти, а наше-стя бур'янів шкодить їй полям. Люди пов'язані між собою можливостями захисту від стихійних лих, голоду, епідемій. Усі ці взаємозв'язки вказують на залежність людини від природи.



1. Глобальне потепління і його наслідки для Антарктиди та планети
2. Лихо теплої води

ЗАПИТАННЯ

Як діяльність людини порушує рівновагу в природі? Відповідь шукай у пізнавальних матеріалах.



Наукові суперечки

3 Як нам жити в екостилі

Не тільки великі промислові підприємства, кожен із нас щодня забруднює атмосферу. Забруднення пластиком є такою ж серйозною загрозою, як і глобальне потепління. Тож як цьому запобігти? Економити воду під час купання та приготування їжі; сортувати сміття, використовувати енергоощадне обладнання та знижувати температуру в наших домівках; дати друге життя предметам і матеріалам замість того, щоб викинути їх у сміття; змінити спосіб життя й вибрати велосипед замість автомобіля. Тільки від нас залежить, якою буде наша планета. Змінюючи своє повсякденне життя, ми можемо позитивно вплинути на наше майбутнє і бути щасливими — жити в екостилі, тобто в злагоді з природою.

ЗАПИТАННЯ

Картон розкладається в природі 3 місяці, папір — 2 роки, фольга — 100 років, поліетилен — 200 років. Ти переходиш на ЕКОстиль життя. У якій упаковці купуватимеш морозиво: у паперовій, у вафельному стаканчику, у картонному стаканчику, у паперовій фользі, вагове чи в поліетиленовому пакеті?

КОРОТКО ПРО ГОЛОВНЕ

1. Середня температура на Землі зростає. Це явище називають глобальним потеплінням. Науковці вважають, що одна з причин цього явища — збільшення кількості парникових газів в атмосфері Землі.
2. Діяльність людини призводить до змін рельєфу місцевості, руйнування ґрунту, рослинного і тваринного світу, навіть до зникнення певних видів, порушує рівновагу в екосистемах.
3. Людина — важлива ланка взаємозв'язків у природі. Її існування, здоров'я і щастя залежить від більшої кількості факторів, ніж будь-якої іншої істоти на Землі.

Відкрий ресурс і виконай завдання на узагальнення знань до розділу 5. →



ЗМІСТ

Розділ 3. Пізнаємо Сонячну систему

27. Що кружляє навколо Сонця	4
28. Які планети належать до земної групи	8
29. Які планети називають гігантами	13
30. Малеча Сонячної системи	17
31. Як досліджують Сонячну систему	23
32. Ми тут. А де всі?	28
33. Як влаштований Всесвіт	35

Розділ 4. Пізнаємо взаємозв'язки в природі

34. Що таке середовище існування	43
35. Які умови існування у водному середовищі	50
36. Які особливості наземно-повітряного середовища (НПС)	56
37. Як тварини пристосувалися до життя у ґрунті. . .	64
38. Як організми співіснують у середовищі. Організм як середовище	69
39. Як організми співіснують у середовищі. Паразити і хижакі	75
40. Як організми співіснують у середовищі. Партнери. Нахлібники і квартиранти	79

41. Як складати ланцюги живлення	85
42. Що таке мистецтво виживання	91
43. Що таке природні та штучні угруповання	99
44. Які взаємозв'язки організмів у прісній водоймі, морі чи океані	106
45. У чому відмінність лісу та парку	114
46. Які взаємини організмів між собою та неживою природою на луках і городах	121
47. Які взаємозв'язки організмів у ґрунті	127
48. Як організми виживають у пустелях	133
49. Які рослини і тварини живуть серед людей	140
50. Як організми пристосовуються до періодичних змін середовища	146

Розділ 5. Пізнаємо себе і світ

51. Як пізнати свої здібності	152
52. Як підкорили царство холоду.	159
53. Як підкорили земні оболонки	171
54. Що приховує Амазонія	178
55. Як змінити світ на краще	184

Навчальне видання

БІДА ДАРІЯ ДМИТРІВНА

ПІЗНАЄМО ПРИРОДУ

Підручник інтегрованого курсу
для осіб з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 — Н 54.2)

6 клас
(у 2-х частинах)
ЧАСТИНА 2

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

Редактор *Л. С. Кучеренко*
Технічний редактор *Л. І. Аленіна*
Комп'ютерна верстка *Д. Д. Карачов*
Коректор *О. В. Сидор*
Дизайн обкладинки *П. В. Ширнін*

Формат 84×108 1/16. Ум. друк. арк. 20,16 + 0,42 форзац.
Обл.-вид. арк. 8,79 + 0,71 форзац. Наклад 2 260 пр.
Зам. №

ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ОСВІТА»

Свідоцтво «Про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції»

Серія ДК № 6109 від 27.03.2018 р.

Адреса видавництва: 04053, м. Київ, вул. Обсерваторна, 25
www.osvita-dim.com.ua

Віддруковано в АТ «ХАРКІВСЬКА КНИЖКОВА ФАБРИКА «ГЛОБУС»

61011, м. Харків, вул. Різдяна, 11.

Свідоцтво ДК № 7032 від 27.12.2019 р.

www.globus-book.com

У підручнику використано малюнки художників І. В. Денисова, О. А. Панасовської, О. М. Мазур.

Для оформлення підручника використано матеріали із сайтів: wikipedia.org, freepik.com, shutterstock.com, tsu.ua, aerospace.org, commons.wikimedia.org, spacegid.com, old.rigexpert.com, bbc.com, darkroastedblend.com, amazonfrontlines.org, nationalgeographic, theprint.in, focus.ua, stfranciscronicle.com, telegraph.co.uk, sparkypedia.electriconline.com, npr.org, meta.wikimedia.org, stoplusjednicka.cikavinka.kr.ua, greenway.com.ua, trendhunter, yukud.com, phillyvoice.com, wwf.ua, turbosquid.com, ua-energy.org, theguardian.com, parki.lubelskie.pl, pexels.com, theconversation.com, screenrant.com, ipea.coop, e-kolosok.org, nasa.gov, nwf.org, infovlag.hu, flickr.com, ecotech.news, birdinflight.com, homsk.com, technickytydenik, sciencephoto.com, tech.segodnya.ua, duskywonder.site.com, news.online.ua, nationalgreenhighway.org, nhm.ac.uk, standardmedia.co.ke, regioidom, usafa.edu, space.com, futurism.com, pinterest.com, asterias.od.ua, stoplusjednicka, upload.wikimedia.org, tportal.hr, radiosvoboda.org.

Автори ілюстративного матеріалу: Чарльз Мур, Wojsyl, Frank Fox, Вадим Івлев, Ігор Дікий, Ірина Галай, Лариса Білозерова, Ганна Гірна, Ганна Боярських, Богдана Петровська, Валерій Старошук, Андрій Шарий, Ігор Чернецький, Наталія Поліхун, Максим Яковлев, Олександр Трикіша, Катажина Юзефович, Віталій Патінскас, Даниель Бельтра, Дарія Біда, Вінсент ван Гор, Steven Haddock, Claire Nouvian, Валентин Сілавин, Valter Campanato, Маттіас Клум, JOHN CANCELLOSI, John Hrusa, Achim Hering, Adelaide Advertiser, Calum Robertson, Joseph Okpako, Rafi Roletschek, Sean McGrath, RLuts, Jeremy Gutsche, Wofl, Cmglee, CHRISTINA LOBRUTTO, NHM, NATASHA STEPHEN, Alamy, Iwona Grabska, Andrzej Sidor, Magda Ehlers, Jason Szenes, E. Kolmhofer, H. Raab, Sergio Conti, Johns Hopkins, Raul654, IWADMIN, Judy Gallagher, Quartl, George Chernilevsky, GalinaGouz, H. Zell, Kulac, Yoram Shpiner, Jean-Pol Grandmont, Stefano Unterthiner, KARINE AIGNER, Lorenzo Shoubridge, Fernando Constantino Martinez Belmar, Jon Langeland, YONGQING BAO, George Steinmetz, Mnoif, ESO, Lsmppascal, Brian0918, Gregory H. Rivera, Tulsa World, Daein Ballard, Bjarke Ingels Group, K. ULACZYK, J. SKOWRON, Майк Пппи, Mildeep, George Steinmetz, Ivan Siak, bingo, Stanislav Kuel, DETLEV VAN RAVENSWAAY, Sebastian Janicki, PaNe_Photo, Saipullah Srg, Gorodenkoff, axily, nuttstock, inuisme, DimaBerlin, Leonid Andronov, kei907, Taken, Maridav, Digital Storm, Oleg Yakovlev, Goinky Production, DUO Studio, Pixel-Shot, Africa Studio, Oleksandr, MAVV, kesipun, Oleksandr Chub, mikedrady, Katrin Kaemper, Gerald Robert Fischer, Piotr Krzeslak, Gelpi, Picturific, Raland, Dn Br, EvgeniiAnd, Romolo Tavani, Kutasi Xenia, Murat Baysan, Creative Travel Projects, FamVeld, John And Penny, Romariolen, Abduramanova Elena, Andrey Popov, patruflfo, Sunny studio, vladcon, BGSmith, Rainbow06, Jamie Curd, Tinx, VIEWWEAR, RHJPhotos, Andrei Kuzmich, Frenet Studio, Jeffrey B. Banke, Christian Roberts-Olsen, Valentyn Volkov, Pakin Techaphiarat, Vladislav Noseek, peterzsuzsa, Josef Hanus, Luciano Mortula – LGM, Veniamin Kraskov, Breitformat, Adam Radosavljevic, LEON PHOTOGRAPHY, Alkestida, JRJin, Cautron Live, Omar Bin Harudin, Rost9, Design Cells, uniquephotography, meunierd, WildMedia, DmyTo, AfricaWildlife, Calamia, Oksana Kuzmina, Totokzww, LedYX, Agnese Kurzemniece, hjochen, Кутельнявасерова Стучелова, Skyler Ewing, Fercast, Edwin katampoi, accarvalhophotography, Sharon Keating, Erni, Ian Fox, Karnwela, Mountains Hunter, Mikhail Semenov, Volodymyr Burdiak, Lubos Chlubny, Jonas Vegele, Nick Greaves, belizar, fizkes, Viktor Lebeda, Kateryna Kon, D. Kucharski K. Kucharska, Wirestock Creators, siwasasil, Chitaika, Denis Moskvinov, Victoria Moloman, Reddgos, Chursina Viktoria, Anest, Yuliy vector, Sudhakar Bisen, aDam Wildlife, Sofaworld, AjayIvm, Tsania Nit, salajane, create harmony, KarenHBlack, Henri Koskinen, SolceD, Vitalii Hulai, Igor Karpenko 64, koya979, Казакова Марія, Amadeu Blasco, MerveilleA, JA2020, dendoktoor, Bachkova Natalia, C. Hamilton, Oleg Senkov, Eric Gevaert, Esin Deniz, Doug McLean, IvanaStevanoski, WeStudio, GoDog Photo, LHLLLC, Alones, Aaron Rutten, Adrian Hughes, Christopher Georgia, cometa geo, isabel kendzior, Foto-Sabine, CezaryKorkosz, jasomtom, Stakon, wirestock, Wirestock Creators, Джон А. Андерсон, Krysj, GUDKOV ANDREY, Bill Kennedy, barizkiina, Rostislav Stefanek, RebeccasPictures, Ilona5555, Nuwat Phansuwan, Dennis J Gaspersz, symbiot, aytknysr, Achkin, Mr.B-king, Fernando DB, ТанаCh, Евгения Белоусова, hjochen, Amadeu Blasco, Anne Coatesy, Frantisek Dulik, Gerald Robert Fischer, Cathy Keifer, Cosmin Mancu, Andrei0788, EreborMountain, Elena Masiutkina, Nadezda Verbenko, manfredxy, Havryliuk-Kharzhevska, Danita Delimont, Astels, Tomasz Klejdysz, Divelvanov, Gerald Robert Fischer, NOAA Okeanos Explorer Program, grxfri, Sergey Zvenok, noicherrybeans, Ryan M. Bolton, MilanoPE, Kletr, Federico Crovetto, SaikSa, Vankich1, Aleksey Shtern, Snehaaaa Patel, Wim Ihlenfeld, Karen Hogan, Guillermo Guerao Serra, Jacek Halicki, Ernie Cooper, Marek Szczepanek, Didier Descouens, Javierme Javier Mediavilla Ezquibela, Katka Nemcokova, Line1, PiccoloNamek, Ales Kladnik from Ljubljana, Slovenia, Tomasz Siemicki, Teo Tarras, Vinnikava Viktoryia, Calin Tatu, Jeremy Richards, Mohyammad Yousuf, Elena Erasmus, gergosz, Ivan Sedlovskiy, V_Sot_Visual_Content, Shcherbitskaia Olya, Cookie Studio, 3d_man, BlueRingMedia, InFocus.ee, LeManna, apstockphoto, Наталія Савінова, Zaleman, hessianmercenary, arienomundo, jindrich_pavelka, Martin Pelanek, Anna Seropiani, Rick J Brown, Vladislav T. Jirousek, Asma Samoh, Tomasz Klejdysz, Pam Walker, Matjoe, Forest Starr & Kim Starr, T. Kebert, Tanachot Srijam, Colin Seddon, LN, Carl Nelson, Marcos Amend, T. Terziev, Sergey 402, steve estvanik, Sergei Dvornikov, slowmotongli, Daniel R. Ripplinger, Asma Samoh, Erik Mandre, LHLLLC, Rudmer Zwerver, Mikhail Gnatkovskiy, Ruud Morijn Photographer, kzwmm, Olha Trotsenko, Ian Grainger, Fabian Junge, Pagina, KENPEI, Tita Monty, Tony Gust, Travel_Photoshoot , Benny Trapp, Twisted Pixels.