



Smithsonian

SCIENCE
for Computational Thinking

Захист китів

3 КЛАС



розроблено



Smithsonian
Science Education Center

Повідомлення про авторське право

Жодна частина цього модуля або його похідні не можуть бути використані або відтворені з будь-якою метою, окрім добросовісного використання, без письмового дозволу Смітсонівського центру природничо-наукової освіти (Smithsonian Science Education Center).

Автори зображень

Cover - lindsay_imagery/E+/Getty Images Plus; JaviJ/iStock/Getty Images Plus; Eric Austin Yee; [1]reisegraf/iStock/Getty Images Plus

Кутовий значок - archivector/istock/Getty Images plus

Рисунок 1 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 1.1 - NOAA Fisheries

Рисунок 1.2 - NOAA Fisheries

Рисунок 1.3 - NOAA Fisheries

Рисунок 1.4 - docentjoyce/Wiki Media Commons

Рисунок 1.5 - National Marine Sanctuaries

Рисунок 2.1 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.2 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.3 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.4 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.5 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.6 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 2.7 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 5.1 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 5.2 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 5.4 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 6.1 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 6.2 - Smithsonian Science Education Center

Рисунок 6.3 - Smithsonian Science Education Center

Фішки для гри «Життя китів» – gaga vastard/iStock/GettyImagesPlus

Карта китів - Emily Eng

Автори відео

Відео про горбатого кита – MakanaCreative/Creatas Video+/Getty Images Plus; Schropstschop/ Vetta; josefpres/freesound.org

Відео про гвинт корабля – Marco Cirone/ Creatas Video+ /Getty Images Plus

Авторство даних

Дані про китів – Happywhale; Cascadia Research Collective

Дані про рух кораблів – Spire



Захист китів

Посібник для вчителя

Група Smithsonian Science з розвитку обчислювального мислення

Провідний розробник / автор

Доктор Сара Дж. Глассман

Виконавчий директор

Доктор Керол О'Доннелл

Директор підрозділу

Лорі Розатон

Розробники серії навчальних програм

Доктор Сара Дж. Глассман
Мелісса Дж. Б. Роджерс

Керівник проєкту

Ханна Осборн

Група цифрових медіа

Софія Еліан
Жоао Віктор Лусена

Видавничий асистент

Реймонд Вільямс, III

Стажери-помічники

Джейсон Бінгканг
Гьодзе Тосун

Автор наукових текстів

Гьодзе Тосун

Співробітники Smithsonian Science Education Center

Виконавчий офіс

Кейт Ечеваррія
Анжела Прітчетт

Промування та партнерство

Холлі Гловер, директорка
підрозділу
Інола Волстон

Фінанси та адміністрування

Ліза Роджерс, директорка
підрозділу
Агнес Робін

Професійні послуги

Доктор Емі Д'Аміко,
директор підрозділу
Кетрін Бланшар
Кетрін Фанчер
Кеті Гейнсбек
Алекс Грейс
Жаклін Колб
Доктор Хенджу Лі
Шеррел Льюїс
Алекса Могк
Єва Мушинські
Аріель Вальдман

Smithsonian Science – Розробка навчальних матеріалів

Доктор Сара Дж. Глассман
Мелісса Дж. Б. Роджерс
Мері Е. Шорт

Smithsonian Science – Розробка глобальних цілей

Хайді Гібсон
Логан Шмідт



Фаховий редактор

Аман Ядав
Професор
Заступник директора з комп'ютерної освіти, CREATE for STEM
Педагогічний коледж
Природничо-науковий коледж
Університет штату Мічиган
Іст-Лансінг, Мічиган, США

Сара Маллетт
Запрошений науковець
Лабораторія збереження рибних ресурсів
Смітсонівський центр дослідження довкілля
Еджвотер, Меріленд

Учителі-консультанти

Донна Джекель
Природознавство
Ascension School
Луїсвілл, штат Кентуккі, США

Польові дослідження

STEM-табір «Захист китів»
В'єнн, штат Вірджинія

Клаудія Логан
Summer at Norwood
Бетесда, штат Меріленд



Smithsonian Science Education Center (Смітсонівський центр природничо-наукової освіти)

Смітсонівський центр природничо-наукової освіти (SSEC) є освітньою організацією Смітсонівського інституту (Smithsonian Institution). Місія SSEC полягає в тому, щоб трансформувати навчальні програми K–12 Education Through Science™ у співпраці з громадами по всьому світу. SSEC сприяє автентичному, інтерактивному, дослідницькому викладанню та навчанню STEM для дітей віком від 7 до 12 років; забезпечує різноманітність, рівність, доступність та інклюзивність STEM-освіти для дітей віком від 7 до 12 років; а також просуває STEM-освіту для сталого розвитку. SSEC досягає своїх цілей, розробляючи модельні навчальні матеріали та цифрові ресурси; підтримуючи професійне зростання вчителів середньої освіти та керівників шкіл; та реалізуючи просвітницькі програми через LASER (Leadership and Assistance for Science Education Reform), щоб допомогти школам, шкільним округам, державним освітнім установам та міністерствам освіти по всьому світу впроваджувати проблемно-орієнтовані програми з природничо-наукової освіти.

Смітсонівський інститут (Smithsonian Institution)

Смітсонівський інститут було створено на виконання закону, ухваленого Конгресом США 1846 року «для примноження та поширення знань». . .» Ця незалежна федеральна установа є найбільшим у світі музейним, освітнім і дослідницьким комплексом і відповідає за громадську та наукову діяльність, виставки та дослідницькі проекти у США та за кордоном. Серед завдань Смітсонівського інституту – використання його унікальних ресурсів для поліпшення початкової та середньої освіти.

Smithsonian Science для обчислювального мислення (SSfCT) – це безкоштовна навчальна програма, розроблена Смітсонівським центром природничо-наукової освіти. Ця міждисциплінарна навчальна програма інтегрує науку, технології, інженерію, математику (STEM) та обчислювальне мислення (Computational Thinking – CT). За допомогою явищно- та проблемно-орієнтованого педагогічних підходів учні працюють над визначенням і вирішенням реальних проблем та/або поясненням явищ. Ця навчальна програма STEM+CT, яка включає компонент грамотності, узгоджена зі Стандартами науки наступного покоління, Стандартами інформатики Асоціації вчителів інформатики K-12, Стандартами ISTE та Стандартами математики Common Core.



Дякуємо за вашу підтримку

Цей план уроку став можливим завдяки партнерству з освітніми STEM-програмами Міністерством оборони (МО) США, місія яких полягає у надиханні, вихованні та розвитку виняткових талантів у галузі STEM за допомогою неперервних можливостей для збагачення теперішніх та майбутніх працівників МО, готових реагувати на еволюційні оборонні технологічні виклики за допомогою багатоманітного і стійкого резерву талантів у галузі STEM, готових служити нашій державі та розширювати конкурентні переваги МО. Для отримання додаткової інформації відвідайте dodstem.us.





Smithsonian

Science Education Center

Шановний освітянине,

Дякуємо вам за використання програми *Smithsonian Science for Computational Thinking* для інтеграції обчислювального мислення у ваші уроки природничих наук, технологій, інженерії та математики (STEM).

Обчислювальне мислення дедалі частіше визнається фундаментальним підходом до вирішення проблем, який можна застосовувати не лише в інформатиці, а і в інших дисциплінах. Цей підхід передбачає декомпозицію, або розбиття проблеми на частини; створення та використання послідовностей кроків, які називаються алгоритмами; організацію та аналіз даних для виявлення істотних закономірностей; а також розробку та використання моделей, включно із симуляціями, природних та рукотворних систем. Усе це можуть робити комп'ютери. Але можуть і люди.

Програма *Smithsonian Science for Computational Thinking* надає учням 3–5 класів можливості для розвитку та використання обчислювального мислення в рамках тривимірного навчання на основі явищно- або проблемно-орієнтованого підходів. Робота, яку виконують учні, спрямована на пояснення явища, визначення та/або розв'язання певної проблеми. Опертя на явища і проблеми мотивує учнів і формує у них глибші і більш придатні для передачі знання. Учні, які приділяють час поясненню явищ і розв'язанню проблем, пов'язаних із реальними ситуаціями, також розвивають розуміння необхідності та цінності науки і техніки у своїх громадах. Це має фундаментальне значення для STEM-освіти.

Розвиток обчислювального мислення як органічної частини освітнього процесу є центральним елементом Федерального стратегічного плану розвитку STEM-освіти. Як зазначено у Плані:

Ця концепція була розроблена в комп'ютерних науках, однак обчислювальне мислення дедалі частіше розглядається як набір цінних мисленнєвих навичок, що допомагають вирішувати проблеми, проєктувати системи та розуміти людську поведінку, і яких можна навчитися в дуже ранньому віці без залучення специфічних програмістських навичок. У дедалі технологічнішій і складнішій глобальній економіці обчислювальне мислення має бути органічною складовою усієї освіти, надаючи кожному учневі можливість оцінювати інформацію, розбивати проблему на складові та розробляти рішення шляхом належного застосування [1] даних і логіки (1).

Обчислювальне мислення також є органічною складовою стандартів середньої освіти K-12, включаючи Рамкову програму з інформатики K-12, Національні стандарти США щодо опанування технологій в освіті, Наукові стандарти наступного покоління (NGSS) та інші державні стандарти, засновані на *Рамковій програмі розвитку природничо-наукової освіти K-12* (2). Використання математики та обчислювального мислення є однією із восьми основних наукових та інженерних практик у NGSS. Крім того, аспекти обчислювального мислення інтегровано у практику проєктування та побудови моделей, планування та проведення досліджень, аналізу та інтерпретації даних, а також у наскрізну концепцію виявлення і використання закономірностей.

Smithsonian Science for Computational Thinking ґрунтується на підході до опанування обчислювального мислення «від дотику до високих технологій». Він об'єднує об'єктно-, явищно-, проблемно-орієнтоване навчання з цифровим навчанням таким чином, що вони доповнюють одне одне. *Smithsonian Science for Computational Thinking* інтегрує STEM-освіту та обчислювальне мислення (STEM+CT) таким чином, щоб усі учні могли підвищити рівень своєї цифрової грамотності – як із доступом до комп'ютерів та інших високотехнологічних пристроїв, так і без нього.



Я безмежно вдячна Управлінню STEM-освіти Міністерства оборони США за підтримку цього проекту. Я також вдячна моїм талановитим колегам зі Смітсонівського інституту – доктору Сарі Глассман, Мелісі Дж. Б. Роджерс і Ханні Осборн, які розробили частини цього навчального модуля під керівництвом Лорі Розатон. Також я дякую зовнішнім експертам, які брали участь у підготовці цього посібника – за їхні відгуки та технічну підтримку, що допомогли забезпечити точність інформації в цьому посібнику.

Сподіваюся, що вашим учням сподобається на уроках «від дотику до високих технологій» навчальної програми *Smithsonian Science for Computational Thinking*. Дякую за все, що ви робите для розвитку STEM-освіти.

З найкращими побажаннями



Доктор Керол О'Доннелл, директор
Smithsonian Science Education Center
(Смітсонівський центр природничо-наукової освіти)



Серія «Педагогіка»	x
Явищно- та проблемно-орієнтоване навчання	x
Обчислювальне мислення	x
Огляд модуля	xii
Сюжетна лінія модуля	xii
Відповідність модуля стандартам	xiv
Карта оцінювання	xvi
Матеріали, приладдя та безпека	xxii
Завдання 1: Початкові ідеї	1
Завдання 2: Гра «Життя китів»	6
Завдання 3: Аналізуємо гру «Життя китів»	12
Завдання 4: Доопрацювання ідей	15
Завдання 5: Сортування хвостових плавців	18
Завдання 6: Моделювання руху китів	23
Завдання 7: Додавання даних про рух кораблів	27
Завдання 8: Доопрацювання ідей	29
Завдання 9: Дослідницькі рішення	30
Завдання 10: Пропонування рішення	32
Завдання 11: Перевірка рішень	34
Робочі аркуші для учнів	36
Посилання	50



Явищно- та проблемно-орієнтоване навчання

Явища – це події у світі, що нас оточує, які надаються до спостереження, – наприклад, скам'янілість морської тварини, знайдена на вершині гори (3). Інженерна проблема – це ситуація, яку люди хочуть або мають змінити: наприклад, місто не має доступу до достатньої кількості прісної води для сільськогосподарського та промислового виробництва. Незалежно від того, знайомі вони учням чи незнайомі, усі явища та проблеми дозволяють їм спиратися на свої попередні знання та досвід, щоб знайти попереднє пояснення або рішення. Після цього учні можуть виконати низку вправ для збирання доказів. Збираючи такі докази, учні спираються на свої початкові ідеї через повторюваний процес критики та перегляду (4). Цей ітеративний процес осмислення веде до перегляду пояснень явищ, визначення проблем або вирішень проблем (5).



Рисунок 1: Учні долучаються до нової інформації через дослідження, текст та

Обчислювальне мислення

Обчислювальне мислення було визначено як концептуальну основу, яку можна застосувати на практиці для ефективного та результативного вирішення проблем, із використанням комп'ютерів або без них (6). Обчислювальне мислення передбачає (7, 8):

- розбиття складних проблем на простіші підпроблеми (декомпозиція)
- знаходження закономірностей у проблемах і рішеннях та аналіз того, як це рішення переноситься на подібні проблеми (абстрагування), що передбачає
 - збирання та аналіз даних
 - розпізнавання закономірностей
 - моделювання
- використання послідовності кроків (алгоритмів) для вирішення проблем
- визначення того, чи може комп'ютер допомогти ефективніше вирішувати ці проблеми (автоматизація)



Існують паралелі між природничо-науковими та інженерними методами і наскрізними поняттями, які учні опановують в рамках STEM-освіти, та багатьма аспектами обчислювального мислення і фундаментальними знаннями з інформатики. Це, зокрема, упорядкування та візуалізація даних для визначення закономірностей для підтримки припущень і пояснень; розробка, перевірка та удосконалення процедур; колективна робота й різноманітні конкретні ролі; а також оцінювання, етичне використання та передавання інформації.

Обчислювальне мислення, як визначено вище, не є описаним в одному певному наборі стандартів (7–9). Ми визначили точки в навчальному процесі, у яких учні діють відповідно до Наукових стандартів наступного покоління (NGSS) (10) і методів обчислювального мислення, описаних у стандартах Асоціації вчителів інформатики (CSTA) (11) і стандартах для учнів ISTE (Товариства технологій в освіті) (12). Подана нижче таблиця показує, як обчислювальне мислення співвідноситься з цими стандартами.

Зважаючи на те, що наукові методи та обчислювальне мислення перетинаються, уроки STEM – це дуже добра нагода для інтегрування обчислювального мислення в насичений навчальний план.

Стандарт CSTA 1B (3–5 класи)	Стандарти для учнів ISTE	Стандарт NGSS для 3–5 класів
Дані та аналіз	1.5a Обчислювальне мислення 1.5b Обчислювальне мислення	Планування та проведення досліджень (Наукові та інженерні методи – НІМ) Аналіз та інтерпретація даних (НІМ) Використання математики та обчислювального мислення (НІМ) Залучення до аргументації на основі доказів (НІМ) Закономірності (Міжпредметні компетенції – МПК) Причина і наслідок (МПК)
Алгоритми та програмування	1.4c Інноваційне проєктування 1.5a Обчислювальне мислення	Визначення проблем (НІМ) Розробка та застосування моделей (НІМ) Планування та проведення досліджень (Наукові та інженерні методи – НІМ) Використання математики та обчислювального мислення (НІМ) Конструювання пояснень і проєктування рішень (НІМ) Залучення до аргументації на основі доказів (НІМ) Отримання, оцінювання та передавання інформації (НІМ)
	1.3b Конструктор знань	Отримання, оцінювання та передавання інформації (НІМ)
	1.5c Обчислювальне мислення	Визначення проблем (НІМ) Розробка та застосування моделей (НІМ) Системи та моделі систем (МПК)

Рисунок 2: Практики обчислювального мислення у стандартах CSTA, ISTE та NGSS.



Огляд модуля

Сюжетна лінія модуля

Проблема: Китів знаходять пораненими та вбитими.

Як учні працюють над вирішенням цієї проблеми:

Завдання	Час
Завдання 1: Початкові ідеї Учні діляться своїми початковими уявленнями про проблему травмування та загибелі китів.	20 хвилин
Завдання 2: Гра «Життя китів» За допомогою моделі учні починають вивчати горбатих китів, щоб зрозуміти проблему: кити отримують травми або гинуть.	35 хвилин
Завдання 3: Проаналізувати гру «Життя китів» Учні аналізують дані, отримані з моделі, і пояснюють, що збільшення кількості суден, засобів вилову риби і пластику в океані призводить до того, що нині більше китів дістають поранення або гинуть, ніж це було 250 років тому.	25 хвилин
Завдання 4: Доопрацювання ідей Учні знову звертаються до проблеми травмування та загибелі китів, щоб оновити свої уявлення про причини цієї проблеми. Клас вирішує зосередитися на проблемі китів, які постраждали або загинули від ударів кораблів.	20 хвилин
Завдання 5: Сортування хвостових плавців Учні впорядковують і сортують фото, зняті під час спостереження за китами, щоб почати розуміти, де вони живуть у різні пори року.	40 хвилин
Завдання 6: Моделювання руху китів На основі даних із завдання 5 учні розробляють модель для виявлення річної міграції горбатого кита.	40 хвилин
Завдання 7: Додавання даних про рух кораблів Учні переглядають свої моделі із Завдання 6, додаючи до них місце інтенсивного руху кораблів.	15 хвилин
Завдання 8: Доопрацювання ідей Учні повертаються до проблеми зіткнення китів з кораблями і пояснюють, що райони Лос-Анджелеса і Сан-Франциско в Каліфорнії є найбільш імовірними місцями, де кити можуть зазнавати ударів кораблів.	15 хвилин



Завдання 9: Дослідницькі рішення Учні ведуть подальше дослідження, щоб краще зрозуміти проблему зіткнення горбатих китів з кораблями та можливі шляхи її вирішення.	20 хвилин
Завдання 10: Пропонування рішення Учні пропонують рішення та/або визначають, які додаткові дослідження потрібно провести, щоб зменшити кількість китів, які дістають поранення або гинуть від зіткнення з кораблями.	30 хвилин
Завдання 11: Перевірка рішень За допомогою комп'ютерного моделювання учні порівнюють кілька варіантів вирішення проблеми, виходячи з того, наскільки добре вони зменшують кількість зіткнень китів з кораблями, зберігають кількість доставлених вантажів і мінімізують витрати.	45 хвилин



Відповідність модуля стандартам

У цьому модулі учні використовують частину або всі із зазначених нижче стандартів. Стандарти, які застосовують учні, зазначають у моменти використання в завданнях.

Помаранчевий текст вказує на ключову предметну ідею NGSS, **зелений текст** вказує на наскрізну концепцію NGSS, **синій текст** вказує на науковий та інженерний метод NGSS, а **чорний текст, виділений жирним шрифтом**, вказує на стандарт CSTA або ISTE. Курсивом у межах ключових ідей дисципліни виділено частини ключових ідей, які учні не використовують.

Положення Наукових стандартів наступного покоління (NGSS)

Ключові предметні ідеї

LS2.C Коли довкілля змінюється таким чином, що впливає на фізичні характеристики, *температуру або доступність ресурсів*, деякі організми виживають і розмножуються, *інші перебираються на нові місця, ще інші пристосовуються до зміненого середовища*, а четверті гинуть.

LS4.C Люди живуть у різноманітних життєвих середовищах, і зміни в цих середовищах впливають на організми, які там мешкають.

LS1.B Розмноження необхідне для продовження існування усіх видів організмів. Рослини і тварини мають унікальні та різноманітні життєві цикли.

ETS1.B Перед початком розробки рішення необхідно провести дослідження проблеми. [1] *Testing a solution involves investigating how well it performs under a range of likely conditions.* [2]

Наскрізнi концепції

Закономірності

E1 Подібності та відмінності в закономірностях можна використовувати для сортування, класифікації, комунікації та аналізу простих темпів змін природних явищ і рукотворних предметів.

E2 Закономірності змін можна використовувати для прогнозування

E3 Закономірності можна використовувати як доказ на підтримку пояснення

Причина і наслідок

E1 Для пояснення змін регулярно визначаються, перевіряються та використовуються причинно-наслідкові зв'язки.

Наукові та інженерні методи

Розробка та застосування моделей

E4 Розробка та/або використання моделі для опису та/або прогнозування явищ.

Використання математики та обчислювального мислення

E2 Укладення простих наборів даних для виявлення закономірностей, що вказують на взаємозв'язки.

Залучення до аргументації на основі доказів

E4 Створення та/або підтримання аргументу доказами, даними та/або моделлю.



Проектування рішень

E4 Застосування наукових ідей для вирішення виявлених проблем.

E5 Створення та порівняння кількох варіантів вирішення проблеми на основі того, наскільки добре вони відповідають критеріям та обмеженням проєктного рішення.

Отримання, оцінювання та передавання інформації

E6 Передавання наукової та/або технічної інформації в усній та/або письмовій формах, включно з різними формами медіа, а також за допомогою таблиць, діаграм та графіків.

Стандарти Асоціації вчителів інформатики середньої школи (CSTA)

Дані та аналіз

CSTA 1B-DA-06 Організація та візуальне представлення зібраних даних для виділення взаємозв'язків та підтримання припущення.

CSTA 1B-DA-07 Використання даних для виділення або створення припущень щодо причинно-наслідкових зв'язків, передбачення результатів або передавання ідеї.

Стандарти для учнів ISTE

Обчислювальне мислення

ISTE 1.5.b Збирання даних або визначення актуальних наборів даних, використання цифрових інструментів для їх аналізу та представлення даних різними способами для полегшення вирішення проблем та ухвалення рішень.



Карта оцінювання

У цьому модулі визначено кілька моментів, у яких можна оцінити результати навчання учнів. Для кожного моменту ми визначили, що оцінювання є попереднім або формувальним.

Під час попереднього оцінювання учні мають можливість надати своє первинне пояснення явища або своє початкове визначення чи вирішення проблеми. Явища та проблеми в кожному розділі підібрані цілеспрямовано, оскільки учні мають розуміти ключові моменти, щоб пояснити або вирішити їх. Читання, перегляд та/або слухання початкових ідей учнів дає можливість зрозуміти, що учні вже знають про ці моменти.

Після попереднього оцінювання наступні завдання вимагають від учнів удосконалення та використання навичок і знань дедалі складнішими способами. Кожне визначене завдання включає щонайменше два стандарти NGSS, CSTA або ISTE. У рамках кількох завдань учителям надається таблиця критеріїв, на які вони можуть посилатися під час оцінювання учнів. Вчителі можуть використовувати цю таблицю, щоб визначити, якою мірою учні досягають мети уроку, а також сфери, де вони потребують додаткової підтримки. Аналіз роботи учнів за допомогою цих критеріїв можна використовувати для планування майбутніх уроків, а також для надання учням конкретного та дієвого зворотного зв'язку. Для деяких моментів, що підлягають оцінюванню, в таблиці та/або у момент використання в завданні надаються пропозиції щодо підтримки всіх учнів.



Оцінюваний момент і цілі	Оцінювання для відповідного моменту
Завдання 1: Початкові ідеї	
Обговорення усім класом Мета Надайте початкові ідеї про те, що стало причиною поранення і загибелі китів. Стандарти NGSS LS2.C NGSS Причина і наслідок E1	Попереднє оцінювання Оцінювання початкових ідей учнів має попередній характер. Це можливість дізнатися, що учні вже знають про проблеми в життєвому середовищі китів, які можуть спричинитися до їхнього травмування або загибелі.
Завдання 3: Проаналізувати гру «Життя китів»	
Оцінювальний аркуш до гри «Життя китів» Мета Скористайтесь моделлю, щоб пояснити, як зміна життєвого середовища китів впливає на їхню здатність виживати, і передбачити, що станеться, якщо кити перестануть розмножуватися. Стандарти NGSS LS2.C NGSS LS4.C NGSS LS1.B NGSS Причина і наслідок E1 NGSS Розробка та застосування моделей E4	Формувальне оцінювання Використовуючи дані, зібрані під час гри «Життя китів» (модель), учні мають пояснити, що збільшення кількості кораблів, риболовних сітей і пластику в океані може травмувати та/або вбивати китів, що призведе до зменшення їхньої кількості. Для підтвердження своїх пояснень учні мають використовувати докази з таблиці «Як змінилося життєве середовище китів?» і таблиці «Скільки китів?». Якщо учні не знають, як відповісти на запитання або як підтримати свої пояснення, запитайте їх, що відбувалося у грі і що означають дані в таблицях. Учні також мають використовувати модель для пояснення тієї думки, що, якби кити не розмножувалися, вся їхня популяція з часом зникла б.



Оцінюваний момент і цілі	Оцінювання для відповідного моменту
Завдання 5: Сорткування хвостових плавців	
Аркуш «Міграція китів» Обговорення Мета Використання даних, отриманих під час сорткування даних про китів, щоб підтвердити ідеї про розташування місць розмноження та нагулювання, а також про пору року, коли кити переміщуються між цими місцями. Стандарти NGSS LS1.B NGSS Залучення до аргументації на основі доказів E4 CSTA 1B-DA-06	Формувальне оцінювання Під час заповнення учнями робочого аркуша «Міграція китів» послухайте, як вони використовують дані з таблиці для підтвердження своїх ідей щодо розташування місць розмноження та нагулювання, а також щодо того, коли кити мігрують між цими двома місцями.
Сорткування хвостових плавців Обговорення Мета Використання схожостей і відмінностей у закономірностях для впорядкування даних про китів, щоб визначити, які спостереження стосуються одного й того самого кита. Стандарти NGSS Закономірності E1 NGSS Використання математики та обчислювального мислення E2 CSTA 1B-DA-06	Формувальне оцінювання Учні мають зауважувати схожості та відмінності між хвостовими плавцями китів, наприклад, кількість білого кольору на хвостовому плавці та специфічні білі візерунки на хвостовому плавці. Якщо учні помічають лише найбільш очевидні відмінності, наприклад, «ці хвостові плавці переважно білі, а ці – переважно чорні», попросіть їх уважніше придивитися до конкретних білих форм у певних місцях і спробувати зіставити їх з хвостовими плавцями інших китів. Якщо учні намагаються поєднати два хвостові плавці, які не збігаються, кажучи, що, на їхню думку, на обох фото показано протилежні сторони хвостового плавця, попросіть учнів вважати, що на всіх фото зображено хвостовий плавець з одного боку.



Оцінюваний момент і цілі	Оцінювання для відповідного моменту
Завдання 6: Моделювання руху китів	
Модель руху китів Мета Розробіть модель на основі даних про китів, щоб виявити схему річної міграції горбатого кита. Стандарти NGSS LS1.B NGSS Закономірності E2 NGSS Розробка та застосування моделей E4 CSTA 1B-DA-06 CSTA 1B-DA-07 ISTE 1.5.b	Формувальне оцінювання Учні мають розробити модель, яка показує, які кити де перебувають протягом кожного місяця року. Учні можуть точно змодельовати дані або зробити висновки про те, де їхній кит перебував у ті місяці, коли його не спостерігали.
Завдання 7: Додавання даних про рух кораблів	
Модель руху китів і кораблів Мета Розробити модель на основі даних про рух китів і кораблів, щоб виявити місця, де є ймовірність зіткнення кораблів з китами. Стандарти NGSS Розробка та застосування моделей E4 NGSS Використання математики та обчислювального мислення E2 ISTE 1.5.b	Формувальне оцінювання Учні мають представити річну схему міграції китів і райони інтенсивного руху кораблів. Якщо учні відчувають труднощі через те, що шукають конкретніші напрямки, нагадайте їм, що мета моделі – з'ясувати, де кити найчастіше потрапляють під кораблі. Вони мають прагнути створити модель, яка допоможе їм це зрозуміти.



Оцінюваний момент і цілі	Оцінювання для відповідного моменту
Завдання 8: Доопрацювання ідей	
Робочий аркуш «Ваші ідеї щодо проблеми та її вирішення» Мета Використання візуальної моделі схеми руху китів і схеми руху кораблів як доказ на підтримку припущення щодо того, де кити найімовірніше зазнають зіткнень із кораблями, та для обґрунтування рішення проблеми. Стандарти NGSS Закономірності E2 NGSS Залучення до аргументації на основі доказів E4 CSTA 1B-DA-06 ISTE 1.5.b	Формувальне оцінювання Учні, швидше за все, визначають райони Сан-Франциско і Лос-Анджелеса в Каліфорнії як два райони, де зіткнення з кораблями є проблемою для китів, тому що саме там рухається багато кораблів і є багато китів. Учні можуть робити також інші припущення, якщо вони підкріплюють їх доказами. Якщо учні не надають доказів на підтримку свого твердження, запитайте їх: «Чому ви так вважаєте?» Попросіть їх записати свої докази. Заохочуйте учнів використовувати те, що вони дізналися з даних, для пошуку оновленого рішення.
Завдання 10: Пропонування рішення	
Робочий аркуш «Наше рішення» Мета Застосувати наукові ідеї з даних і тексту, щоб розробити рішення для зменшення кількості китів, які дістають поранення або гинуть від зіткнення з кораблями. Стандарти NGSS LS2.C NGSS Конструювання пояснень і проєктування рішень E4 ISTE 1.5.b	Формувальне оцінювання Рішення учнів мають враховувати те, що вони дізналися про місця, де зіткнення з кораблями може становити проблему, а також інформацію з тексту «<i>Кити і кораблі: Разом в океані</i>». Якщо учні пропонують рішення, яке не враховує того, що вони дізналися, попросіть їх повторити те, що вони дізналися про китів і можливі рішення на основі моделей, які вони використовували та розробляли. Є прийнятним, якщо учні пропонують рішення, яке не здається розумним, але включає в себе те, що вони вже дізналися про проблему. Наприклад, учні можуть сказати, що потрібно побудувати підводну стіну, щоб кити не запливали у певні місця. Це може здатися нерозумним тому, хто має додаткову інформацію про обсяг проєкту, але, оскільки учні не мають такої інформації, це – розумне рішення, засноване на тому, що вони знають на даний момент.



Оцінюваний момент і цілі	Оцінювання для відповідного моменту
Завдання 11: Перевірка рішень	
Робочий аркуш «Перевірка рішень» Робочий аркуш «Доопрацьоване рішення» Мета Побудуйте аргументацію щодо найкращого рішення для зменшення кількості зіткнень китів з кораблями, використовуючи докази, отримані в результаті порівняння рішень з моделлю. Стандарти NGSS Конструювання пояснень і проєктування рішень E5 NGSS Залучення до аргументації на основі доказів E4 ISTE 1.5.b	Учні мають на підтримку свого рішення використовувати факти з моделі Корпусу захисту китів. Вони також можуть використовувати докази з тексту <i>«Кити і кораблі: Разом в океані»</i>.



Матеріали, приладдя та безпека

Матеріали і приладдя

У цьому розділі учні спочатку використовують модель, а потім розробляють кілька моделей. Модуль розроблений так, що учні працюють у групах по троє. Розмір групи має змінюватися відповідно до вашого класу та учнів.

У цьому модулі кожна група з трьох учнів гратиме у гру «Життя китів» із Завдання 2. Гри передбачає ігрове поле «Життя китів» і три спінери. Для участі у грі учням будуть потрібні ігрове поле «Життя китів» і два з трьох спінерів. Ігрове поле гри «Життя китів» і три картки для спінерів краще, якщо можливо, надрукувати на кольоровому принтері, але їх можна надрукувати і на чорно-білому. Для виготовлення спінерів використовуються скріпки, канцелярські кнопки і картон. Картон використовується для виготовлення більшості коробок для зернових сумішей та інших харчових продуктів. Настанови щодо виготовлення спінерів містяться у розділі «Підготовка» у Завданні 2.

Текст *«Кити і кораблі: Разом в океані»* та додатковий текст на вибір *«Поряд із дослідницею океану»* також краще за можливості надрукувати на кольоровому принтері.

Матеріали в порядку використання	Скільки їх?
Комп'ютер або планшет з доступом до Інтернету	1 для вчителя 1 на групу з двох учнів
Проектор для цифрових медіа	1
Папір для таблиць та інфографіки	
Ігрове поле «Життя китів»	1 на групу з трьох учнів
Спінер «Місце розмноження»	1 на групу з трьох учнів
Спінер «Місце нагулювання 250 років тому»	1 на шість учнів
Спінер «Місце нагулювання нині»	1 на шість учнів
Затискачі для паперів	2 на групу з трьох учнів
Канцелярські кнопки	2 на групу з трьох учнів
Картон	Достатньо для вирізання двох кругів діаметром 13 см на кожен групу з трьох учнів.
Клей-олівець	1 для вчителя
Ножиці	1 для вчителя
Набір карток «Дані про китів»	1 набір на групу з трьох учнів
Стікери двох кольорів	
Предмети для зображення китів у моделі (ігрові фішки, кнопки, гумки, м'які іграшки)	1 на учня
<i>«Кити і кораблі: Разом в океані»</i>	1 на учня
<i>«Поряд із дослідницею океану»</i> (текст на вибір)	1 на учня
Маркери (необов'язково)	
Кольорові олівці (необов'язково)	



Настанови для учнів щодо робочих аркушів

Інформація щодо розподілу робочих аркушів, доступ до яких потрібен учням під час заняття за модулем.

Назва аркуша	Кількість примірників
Гра «Життя китів»	1 на групу з трьох учнів
Фішки для гри «Життя китів»	1 на групу з трьох учнів
Оцінювальний аркуш до гри «Життя китів»	1 на учня
Де кити?	1 на групу з трьох учнів
Міграція китів	1 на групу з трьох учнів
Карта китів	1 на групу з трьох учнів
Орієнтовні напрями міграції китів	1 на учня
Показчики «Лос-Анджелес», «Сан-Франциско» та «Мексика»	1 на групу з трьох учнів
Ваші ідеї щодо проблеми та її вирішення	1 на учня
Дослідження проблеми та її вирішення	1 на учня
Наше вирішення проблеми	1 на групу з трьох учнів
Перевірка рішень	1 на учня
Доопрацьоване рішення	1 на групу з двох учнів

Безпека

Учні можуть засмутити зображення мертвих та поранених китів. Перш ніж показувати їх, скажіть учням, що вони побачать зображення, які можуть їх засмутити. Учні можуть засмутитися, думаючи або розповідаючи про поранених тварин. Учні можуть відпочити від перегляду фотографій або роздумів про поранених тварин, якщо щось із цього викликає у них сильні негативні емоції.



Завдання 1: Початкові ідеї 20 хвилин

Загальна інформація

У цьому модулі учні досліджують проблему, зумовлену тим, що горбаті кити зазнають ударів кораблів. Горбаті кити є одним із видів китів. У різних частинах світу існує 14 різних популяцій горбатих китів. Цей розділ присвячений популяції, що мешкає біля узбережжя Мексики, яка в теплі місяці мігрує до західного узбережжя Каліфорнії. Ця популяція горбатих китів перебуває під загрозою зникнення, що означає, що вона в небезпеці. Чотири з популяцій цих китів перебувають під загрозою зникнення, що означає, що їм загрожує вимирання. Дев'яти популяціям небезпека не загрожує.

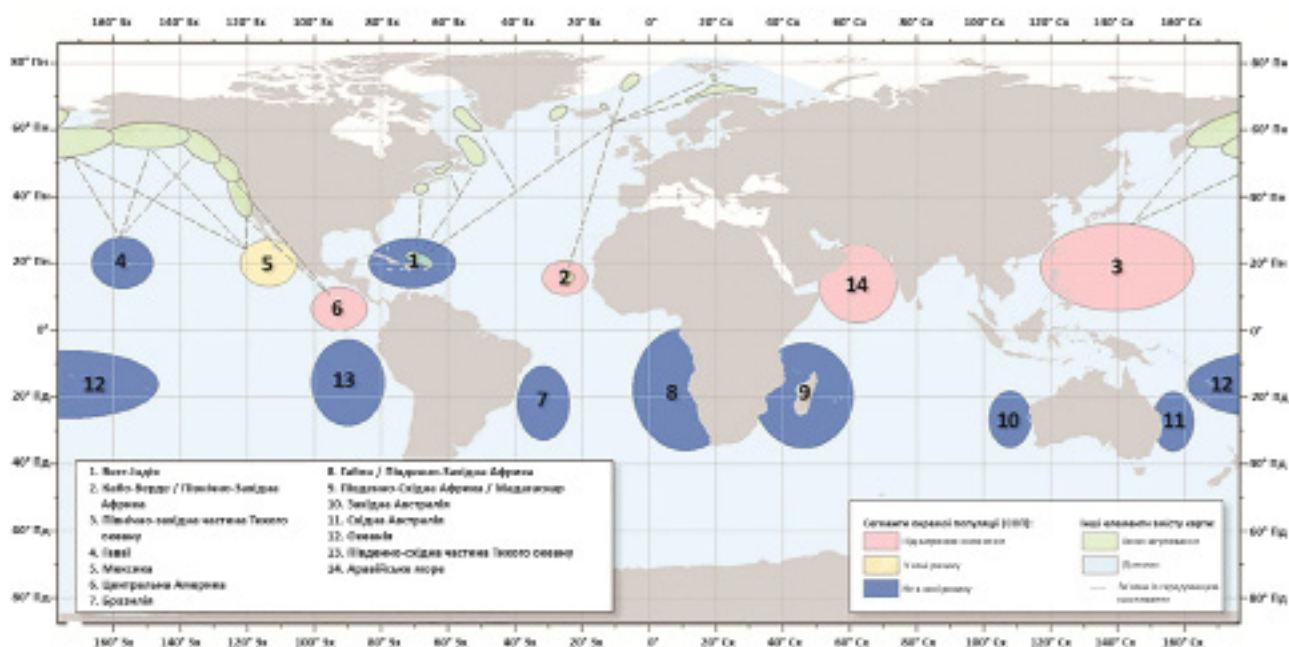


Рисунок 1.1: Кожна популяція горбатих китів проводить частину року в одному місці, а частину в іншому.

У всьому світі багато видів китів перебувають під загрозою або в небезпеці. За оцінками, у 20-му столітті 2,9 мільйона китів було вбито внаслідок провадження комерційного китобійного промислу. Це значно скоротило світові популяції китів. 1982 року Міжнародна комісія з питань промислу китів запровадила заборону на комерційне полювання на китів. Це допомогло деяким популяціям китів уникнути повного зникнення, інші популяції відновилися. Не вимер жоден із сучасних видів китів. Хоча, за оцінками, щонайменше в десяти популяціях китів залишилося менше 500 особин. А у 18-му столітті у Північній Атлантиці вимерла популяція сірих китів.

І нині кити стикаються з багатьма проблемами, які загрожують їхньому виживанню. Кити зазнають ударів кораблів. Ця проблема є особливо гострою в місцях з інтенсивним рухом кораблів і високою щільністю



популяцій китів. За останні 40 років кількість вантажів, що перевозяться кораблями через океан, зросла у 25 разів. Кити також можуть потрапляти у риболовні сіті. Проблема становлять активні знаряддя вилову риби, але також і просто залишені у морі. Також кити в океані можуть ковтати пластик. Великі шматки пластику можуть завдавати китам травм. Науковці вважають, що навіть дуже маленькі шматочки пластику, так званий мікропластик, також можуть становити проблему для китів.

У цьому завданні учні знайомляться із проблемою поранення або загибелі китів. Учні діляться своїми початковими ідеями про причину проблеми.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте відео «Горбатий кит» і файл «Проблема китів» так, щоб їх міг переглядати увесь клас.
2. Напишіть заголовок «У чому полягає проблема?» на чистому аркуші паперу для таблиць та інфографіки та «Що ми хочемо дізнатися?» на іншому аркуші.

Процедура

1. Увімкніть відео «Горбатий кит» так, щоб його могли дивитися усі учні.
2. Попросіть учнів звернутися до учня поряд і обговорити те, що вони побачили. Запропонуйте учням поділитися своїми спостереженнями з класом. Підтвердьте учням, що тварини на відео – кити. Скажіть їм, що ці тварини належать до виду китів, який має назву горбатий кит.
3. Скажіть учням, що маєте кілька зображень, які хочете їм показати. Скажіть учням, що деякі з цих зображень сумні. Увімкніть відео «Горбатий кит» так, щоб його могли дивитися усі учні. На рисунках 1.2–1.5 показано зображення з файлу. У цей момент не надавайте учням довідкової інформації про зображення.



Рисунок 1.2: Цей полярний кит загинув внаслідок поранень, завданих гвинтом корабля.





Рисунок 1.3: Цей горбатий кит дістав поранення внаслідок зіткнення з кораблем.



Рисунок 1.4: Цього горбатого кита знайшли мертвим, його хвіст мав значні пошкодження, ймовірно, спричинені риболовними знаряддями.



Рисунок 1.5: Цей кит дістав поранення внаслідок зіткнення з кораблем.



4. Попросіть учнів звернутися до учня поряд і обговорити те, що вони побачили на зображеннях. Запропонуйте учням поділитися своїми спостереженнями з класом. Запишіть ідеї учнів у таблицю «У чому полягає проблема?».
5. Запитайте учнів, чи не нагадує це їм чогось із їхнього власного життя. Використовуйте наведені нижче запитання для скерування, щоб допомогти учням пригадати такий досвід.
 - Ви коли-небудь отримували травми? Що сталося?
 - Ви коли-небудь бачили поранену тварину? Що сталося?

Порада вчителю



Учні можуть засмучуватися, думаючи / говорячи про поранених тварин або про випадки, коли вони зазнали поранень. Учні можуть зробити перерву, якщо це їх надто засмучує.

6. Попросіть учнів звернутися до учня поряд та обговорити, що, на їхню думку, спричинило поранення та/або смерть китів. Доповніть таблицю «У чому полягає проблема?» ідеями учнів. Це дає вам можливість дізнатися про початкові ідеї учнів. На цьому етапі не виправляйте ідеї учнів.

У чому полягає проблема?

Кити зазнають поранень
 Деякі з китів видаються мертвими
 Можливо, вони з чимось зіткнулися
 Можливо, цей кит побився з іншим
 Можливо, цей кит зазнав удару корабля

Рисунок 1.6: Зразки відповідей, коли учні діляться своїми початковими уявленнями про спостереження за пораненими та мертвими китами.

LS2.C Учні діляться початковими уявленнями про аспекти довкілля, які можуть спричинитися до загибелі китів.

Причина і наслідок Учні надають початкові ідеї про те, що стало причиною поранення і загибелі китів.



7. Запитайте учнів, про що вони хотіли б дізнатися більше, щоб краще зрозуміти проблему і почати думати над її вирішенням. Запишіть ідеї учнів у таблиці «Що ми хочемо дізнатися?».

Що ми хочемо дізнатися?
Де плавають кити?
Що може завдавати шкоди китам?
Що становить небезпеку для китів?

Рисунок 1.7: Зразки запитань, коли учні діляться своїми початковими ідеями; на цьому етапі записуйте всі ідеї учнів.

8. Скажіть учням, що вони матимуть нагоду дізнатися більше про горбатих китів, щоб краще зрозуміти проблему і почати думати про можливі шляхи її вирішення.



Завдання 2: Гра «Життя китів» 35 хвилин

Загальна інформація

Більшість горбатих китів проводять весну, літо й осінь у холодних водах, багатих на поживу. Саме тут вони споживають найбільше їжі за рік. Зимують вони проводять у тепліших краях, де розмножуються і народжують дитинчат. Вагітність самок китів триває 12 місяців. Вони паруються в один рік, а народжують наступного. Самки китів народжують малят приблизно кожні два–три роки, починаючи з віку 6–10 років.

У цьому завданні учні використовують модель, щоб почати вивчати горбатих китів і краще зрозуміти проблему травмування або загибелі китів. Пізніше учні розроблять власну модель, яка дасть їм змогу краще зрозуміти проблему. Науковці й інженери часто використовують моделі. Моделі – це представлення, які певним чином є подібними до того, що вони представляють. Моделі можуть мати різні форми, включно з ескізом, схемою, фізичним предметом, математичним рівнянням або комп'ютерною моделлю. У цьому завданні моделлю є гра, що моделює життя горбатого кита.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте файл з настановами до гри «Життя китів» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2. Переконайтеся, що таблиці «У чому полягає проблема?» і «Що ми хочемо дізнатися?» бачать усі учні.
3. Підготуйте по одному примірнику робочих аркушів «Життя китів» та «Фішки гри «Життя китів» для кожної групи з трьох учнів.
4.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Підготуйте по одному кольоровому примірнику ігрового поля гри «Життя китів» для кожної групи з трьох учнів.
5.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Зверніться до спінерів гри «Життя китів». Виготовте по одному кольоровому спінеру «Місце розмноження» для кожної групи з трьох учнів. Виготовте по одному кольоровому спінеру «Місце нагулювання нині» для кожної групи з трьох учнів (див. Рисунок 2.2). Виготовте по одному кольоровому спінеру «Місце нагулювання 250 років тому» для кожної групи з трьох учнів (див. Рисунок 2.5). Нижче подано настанови, як виготовити спінер:



- Виріжте з картону круг діаметром 13 см (див. Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1: Виріжте коло з коробки для зернових сумішей або печива.

- Виріжте спінер і приклейте його на картон.

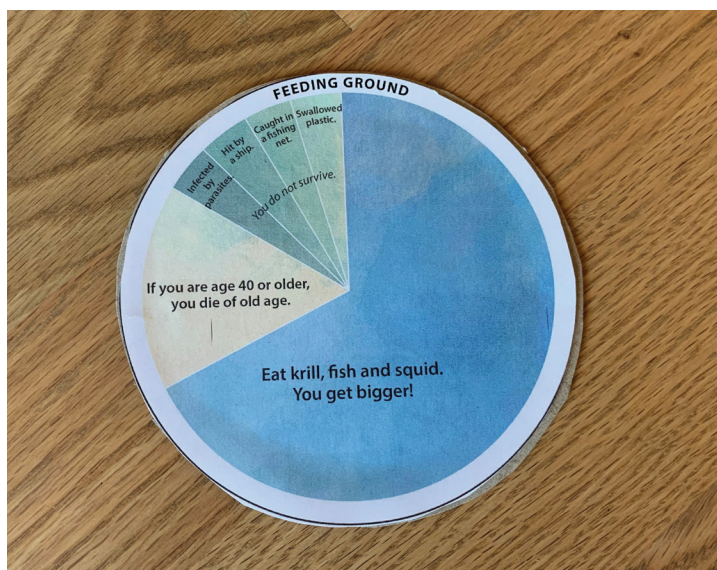


Рисунок 2.2: Це – спінер «Місце нагулювання нині».



- Просуньте кнопку через скріпку (див. Рисунок 2.3).

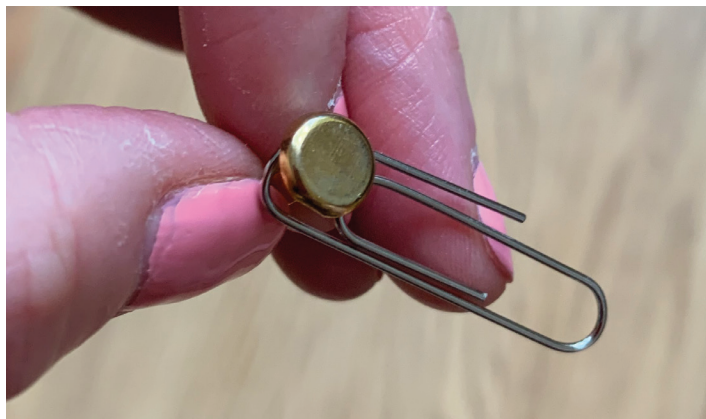


Рисунок 2.3: Це канцелярська кнопка 33 мм. Також підійдуть кнопки іншого розміру.

- Прикріпіть кнопку для паперів у центрі спінера.
- Трохи витягніть кнопку так, щоб між її круглою верхньою частиною і спінером залишався простір (див. Рисунок 2.4). Це дасть скріпці змогу вільно обертатися.



Рисунок 2.4: Якщо кнопку натиснули надто сильно, скріпка не обертатиметься.





Рисунок 2.5: Це – спінер «Місце нагулювання 250 років тому».

6. Зі зворотного боку спінерів зробіть позначки «Нині» і «250 років тому».

Процедура

1. Скажіть учням, що маєте гру, за допомогою якої вони зможуть більше дізнатися про життя горбатих китів. Скажіть учням, що гра – це модель. Модель – це представлення, яке є схожим на реальність, але не повторює її точно. Важливо, щоб модель включала в себе частини, які є корисними для цілей моделі. Мета цієї моделі – дізнатися більше про горбатих китів, щоб краще зрозуміти і вирішити проблему їх травмування і загибелі.
2. Попросіть учнів переглянути таблиці «У чому полягає проблема?» і «Що ми хочемо дізнатися?». Запропонуйте учням поділитися інформацією, яку, на їхню думку, слід включити у модель. Запишіть ідеї учнів у таблиці «Що ми хочемо дізнатися?».
3. Скажіть учням, що вони будуть працювати з моделлю у групах. Об'єднайте учнів у групи по троє. Роздайте по одному примірнику робочих аркушів «Життя китів» та «Фішки гри «Життя китів» кожній групі з трьох учнів. Роздайте кожній групі по одному ігровому полю «Життя китів» і одному ігровому спінеру «Місце розмноження». Дайте одній половині груп спінери «Місце нагулювання 250 років тому», а іншій половині – спінери «Місце нагулювання нині».
4. Спроєктуйте на екран файл настанов до гри «Життя китів». Покажіть перший слайд – ігрове поле. Скажіть учням, що кожного року кити мігрують між місцями розмноження і місцями нагулювання. Місце розмноження – це місце, де народжуються дитинчата китів. У місцях розмноження кити проводять близько 4 місяців на рік. Місце нагулювання – це місце, де кити поїдають більшу частину їжі за рік. У місцях нагулювання кити проводять близько 6 місяців на рік.



5. Покажіть другий слайд. Кожна група починає гру з вісьмома китами. Учні мають вирізати вісім ігрових фішок. На робочому аркуші гри «Життя китів» вказано початковий вік кожного з восьми китів. На цьому робочому аркуші учні відстежуватимуть вік кожного зі своїх китів.
6. Покажіть третій слайд. Попросіть учнів розпочати гру, поклавши всі вісім фішок гри «Життя китів» на «Місце розмноження». Для кожного з китів група крутить ігровий спінер «Місце розмноження» по одному разу. Це покаже, що відбувається з кожним китом, коли тварина перебуває у місці розмноження. Учні можуть створити власну систему, щоб відстежувати, для якого саме кита вони крутять спінер. Скажіть учням, що, якщо в одного з китів з'явиться дитинча, вони вирізають ще одного кита і додають його на місце розмноження.
7. Покажіть четвертий слайд. Учні також додають кита на ігрове поле «Життя китів». Кожному новонародженому киту потрібно давати наступний невикористаний номер.
8. Покажіть п'ятий слайд. Скажіть учням, що, якщо один із їхніх китів гине, вони мають зняти його фішку з ігрової дошки «Життя китів». Також вони мають відзначити це в робочому аркуші «Життя китів». Крутити спінер для китів, які загинули, не можна.
9. Покажіть шостий слайд. На наступному етапі всі кити мігрують до місця нагулювання. Для кожного кита група крутить спінер «Місце нагулювання». У місцях нагулювання дитинчата китів не народжуються, проте деякі кити можуть там померати. Зверніть увагу учнів на те, що, коли кити мігрують назад до місць розмноження, минає один рік.
10. Покажіть сьомий слайд. Перед тим, як перейти до спінера «Місце розмноження», учні роблять кожного зі своїх живих китів на один рік старшим на робочому аркуші гри «Життя китів».
11. Покажіть учням, як користуватися моделлю, обертаючи спінер «Місце розмноження» для кількох китів і записуючи, що відбувається з кожним із них. Вкажіть, що, якщо кит виживає, записувати нічого не потрібно.
12. Попросіть учнів поставити собі за мету зіграти в гру за 10 років. Якщо якісь групи грають швидше, ніж інші, гру можна зупинити в кінці будь-якого року після 5 років.
13. На рисунках 2.6 і 2.7 показані приклади заповнених робочих аркушів гри «Життя китів» на основі моделей «250 років тому» і «Нині». Модель «250 років тому», швидше за все, закінчиться меншою кількістю китів порівняно із сучасною моделлю, але так відбуватиметься не завжди.

Порада вчителю



Перший учень у групі може крутити спінер, другий – записувати інформацію до робочого аркуша гри «Життя китів», а третій – пересувати ігрові фішки по ігровому полю. Всі учні мають перевіряти правильність запису даних.



	Year and Whale Age										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Whale 1	0	Die									
Whale 2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Die
Whale 3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Whale 4	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Whale 5	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Whale 6	25	26	27	28	29	30	31	32	Die		
Whale 7	30	Die									
Whale 8	35	36	Die								
Whale 9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Whale 10		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Whale 11		0	Die								
Whale 12				0	1	Die					
Whale 13				0	1	2	3	Die			
Whale 14					0	1	2	3	4	5	6
Whale 15					0	Die					
Whale 16						0	1	2	3	4	
Whale 17						0	1	2	3	4	
Whale 18							0	1	2	3	
Whale 19							0	1	Die		
Whale 20								0	1	Die	
Whale 21									0	1	

Рисунок 2.6: Приклад робочого аркуша гри «Життя китів» із використанням моделі 250-річної давнини.

	Year and Whale Age										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Whale 1	0	1	Die								
Whale 2	5	6	7	8	9	10	11	Die			
Whale 3	10	11	12	Die							
Whale 4	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Whale 5	20	21	22	Die							
Whale 6	25	26									
Whale 7	30	31	Die								
Whale 8	35	Die									
Whale 9	0	1									
Whale 10	0	0	1								
Whale 11	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Whale 12	0	0									
Whale 13	0	0		0	1	Die					
Whale 14						0	1	Die			
Whale 15									0	1	

Рисунок 2.7: Приклад робочого аркуша гри «Життя китів» із використанням сучасної моделі.

14. Кожна група має відкласти ігрові фішки 1–4 китів для їх подальшого використання при виконанні Завдань 6 і 7.



Завдання 3: Проаналізувати гру «Життя китів» 25 хвилин

Загальна інформація

У цьому завданні учні записують отримані дані з двох моделей, які вони використовували у завданні 2. Вони дізнаються, що половина класу використовує модель сучасного життєвого середовища горбатих китів, а інша половина – модель життєвого середовища горбатих китів 250 років тому. Ці два періоди було вибрано для цього завдання свідомо, щоб уникнути періоду активного полювання на китів наприкінці 19-го – на початку 20-го століть. Китобійний промисел значно вплинув на рівень виживання китів, але це не стосується роботи, яку виконують учні, щоб вирішити проблему зіткнень китів з кораблями.

Учні використовують дані з моделі, щоб пояснити, що збільшення кількості кораблів, риболовних знарядь та пластику в океані призвело до того, що сьогодні більше китів отримують поранення чи гинуть, ніж 250 років тому. Використання моделі для опису явища входить до методів розробки та використання моделей на цьому рівні навчання.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку ScienceEducation.si.edu/whales. Відкрийте файл «Екологічні проблеми китів» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2. Підготуйте такі таблиці на дошці або на папері для таблиць та інфографіки.

Як змінилося життєве середовище китів?

250 років тому	Сьогодні

Рисунок 3.1: Учні використовують свою модель для запису інформації про життєве середовище китів 250 років тому і сьогодні.



Скільки китів?

250 років тому	Сьогодні

Рисунок 3.2: Наприкінці гри учні записують кількість китів для кожної моделі.

3. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Оцінювальний аркуш до гри «Життя китів» для кожного учня.

Процедура

1. Скажіть учням, що деякі групи використовували модель, яка представляє сучасне життєве середовище китів, а інші – їхнє життєве середовище 250 років тому. Попросіть учнів подивитися на зворотний бік свого спінера «Місце розмноження», щоб побачити, яку саме модель вони використовували. Два різні спінери мали на меті змодельювати життя китів 250 років тому і сьогодні.
2. Попросіть одного учня з кожної групи записати один спосіб взаємодії китів зі своїм життєвим середовищем у відповідній частині таблиці «Як змінилося життєве середовище китів?».
3. Попросіть одного учня з кожної групи записати, скільки китів вони мали наприкінці гри, у відповідній частині таблиці «Скільки китів?».
4. Запропонуйте учням обговорити такі запитання з партнерами:
 - Як змінилося життєве середовище горбатого кита за останні 250 років?
 - Як ці зміни вплинули на горбатих китів?
5. Спроектуйте на екран файл «Екологічні проблеми китів». Скористайтесь цими зображеннями, щоб дати учням більше інформації про проблеми китів сьогодні порівняно з тими, що були 250 років тому.
 - Однією з проблем є те, що кити зазнають ударів кораблів. Скажіть учням, що кількість кораблів в океанах упродовж тривалого часу зростала і нині продовжує збільшуватися.
 - Ще одна проблема полягає в тому, що кити заплутуються у риболовних знаряддях. Люди, що ловлять певних тварин, як-от рибу, крабів чи кальмарів, залишають свої риболовні знаряддя у морі і повертаються за ними пізніше. Кити можуть заплутуватися в активних знаряддях вилову риби або у тих, про які давно забули. (На зображенні показано, як із води витягують залишені там риболовні знаряддя.)



- Скажіть учням, що у воді є як великі шматки, так і надзвичайно дрібні шматочки пластику. Якщо кит проковтне великі шматки пластику, він може травмуватися. Науковці вважають, що багато дрібних шматочків проковтнутого пластику можуть накопичуватися з часом і створювати для китів проблеми.
6. Роздайте кожному учневі «Оцінювальний аркуш до гри «Життя китів». Попросіть учнів відповісти на запитання.

LS2.C Учні визначають, що зміни в довкіллі за останні 250 років призводять до загибелі більшої кількості китів, ніж 250 років тому.

LS4.C Учні розуміють, що зміни, як-от кораблі, риболовні знаряддя та пластик, впливають на китів, що живуть в океані.

LS1.B Учні передбачають, що вид китів перестане існувати, якщо кити не будуть розмножуватися.

Причина і наслідок Учні визначають, що зміни в довкіллі, як-от збільшення кількості суден, риболовних знарядь і пластику в океані, можуть спричинитися до загибелі або травмування китів.

Розробка та використання моделей Учні використовують модель, щоб пояснити, як зміна життєвого середовища впливає на здатність китів виживати, і передбачити, що станеться, якщо кити перестануть розмножуватися.

7. Якщо учням важко описати, як змінилося життєве середовище китів, запропонуйте їм знайти відмінності між взаємодією китів із довкіллям 250 років тому і сьогодні у таблиці «Як змінилося життєве середовище китів?». Учні також можуть безпосередньо порівняти спінери «Місце нагулювання 250 років тому» і «Місце нагулювання нині», щоб побачити, чим вони відрізняються.
8. Якщо учням важко пояснити, як зміни в життєвому середовищі вплинули на популяцію китів, запропонуйте їм порівняти кількість живих китів наприкінці моделі 250 років тому та нинішньої моделі.



Завдання 4: Доопрацювання ідей 20 хвилин

Загальна інформація

Абстрагування є методом обчислювального мислення. Воно передбачає зменшення складності, щоб зробити системи або проблеми простішими для осмислення. Абстрагування також передбачає зосередження уваги на важливих деталях і усунення або ігнорування неважливих. У роботі над цим модулем учні постійно використовують абстрагування. У цьому завданні учні застосовують важливі деталі з гри «Життя китів», щоб краще зрозуміти проблему травмування та загибелі китів. Учні оновлюють свої уявлення про те, що спричинило цю проблему. Клас вирішує зосередитися на проблемі поранення або загибелі китів у результаті зіткнення з кораблями.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте файл «Проблема китів» та відео «Гребний гвинт» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2. Переконайтеся, що таблиці «У чому полягає проблема?» і «Що ми хочемо дізнатися?» бачать усі учні.
3. На чистому аркуші паперу для таблиць та інфографіки напишіть заголовок «Як ми можемо захистити китів від зіткнень з кораблями?».

Процедура

1. Спроєктуйте на екран файл «Проблема китів» для нагадування учням про проблему, яку вони намагаються вирішити.
2. Зверніть увагу учнів на таблицю «У чому полягає проблема?». Скажіть учням, що під час вирішення проблеми потрібно зосередитися на її важливих деталях та не звертати уваги на несуттєві. У цьому полягає абстрагування. Попросіть учнів поміркувати, що з того, чого вони навчилися під час гри, є важливим для вирішення проблеми, представленої на зображеннях. Запропонуйте учням поділитися новими ідеями щодо причини проблеми. Учні можуть додати всі проблеми, про які вони дізналися під час гри, або, спираючись на деталі зображень, зосередитися на проблемі зіткнень з кораблями.

У чому полягає проблема?

Кити зазнають поранень
Деякі з китів видаються мертвими
Можливо, вони з чимось зіткнулися
Можливо, цей кит побився з іншим
Можливо, цей кит зазнав удару корабля
Кит потрапив у риболовну сіть
Кит отримав травму, проковтнувши шматок гострого пластику

Рисунок 4.1: Учні оновлюють свої уявлення про те, що спричинило проблему, яку вони побачили на зображеннях.



3. Запропонуйте учням переглянути файл «Проблеми китів». Скажіть учням, що два випадки поранень і одна смерть, імовірно, були спричинені зіткненням з кораблями. Відтворіть відео «Гребний гвинт». Скажіть учням, що два травмування, які мають такий вигляд, імовірно, були спричинені неодноразовими ударами гребного гвинта.
4. Скажіть учням, що вони зосередяться на одній проблемі, яка призводить до поранення або загибелі китів, – зіткнення з кораблем.
5. Запитайте учнів, чи нагадує їм проблема зіткнення з кораблями проблеми інших тварин. Вона може бути схожою на проблему, коли домашні тварини, дикі тварини, корови чи коні потрапляють під автомобіль.
6. Роздайте учням по одному стікеру. Запропонуйте учням записати ідею щодо того, як вони могли б зменшити кількість китів, яким завдають поранень чи яких убивають кораблі. Попросіть учнів додати свої стікери до таблиці «Як ми можемо захистити китів від зіткнень з кораблями?».
7. Коли учні додаватимуть свої ідеї до таблиці, переглядайте їх. Запропонуйте учням поділитися своїми ідеями. Поділіться з класом будь-якими спільними або унікальними ідеями. На Рисунку 4.2 показано приклади ідей, якими можуть поділитися учні.

Як ми можемо захистити китів від зіткнень із кораблями?

Дізнаємося, де перебувають кити, та не допускаємо заходу у ці зони кораблів

Поставимо на кораблі датчики

Поставимо на кораблі камери

Побудуємо стіну між місцями перебування китів і кораблів

Навчимо китів уникати кораблів

Рисунок 4.2: Зразки відповідей; записуйте всі ідеї, навіть якщо вони не видаються реалістичними.

8. Попросіть учнів подивитися на таблицю «Що ми хочемо дізнатися?» Змініть це запитання на «Що ми хочемо дізнатися, щоб захистити китів від зіткнень з кораблями?» Запитайте учнів, що ще вони хотіли б дізнатися про китів і кораблі, щоб краще зрозуміти, чому так відбувається, і подумати над можливими рішеннями. Запишіть ідеї учнів у таблицю. Якщо учні самі цього не зроблять, запропонуйте їм дізнатися більше про те, де плавають кити і де є найбільше кораблів. Додайте ці ідеї до таблиці. Скажіть учням, що вони будуть досліджувати цю тему, виконуючи подальші завдання.



**Що ми хочемо дізнатися, щоб захистити китів від зіткнень з
кораблями?**

Де плавають кити?

Що може завдавати шкоди китам?

Що становить небезпеку для китів?

Де кораблів найбільше?

Чи можуть кораблі бачити, чи є біля них кити?

Як ми можемо зробити датчик, щоб бачити китів?

Рисунок 4.3: Зразки відповідей; записуйте всі ідеї учнів.



Завдання 5: Сортування хвостових плавців 40 хвилин

Загальна інформація

Необроблені дані не можна використовувати для підтримки припущень або вирішення проблеми, якщо вони не організовані таким чином, що виявляють закономірності та зв'язки. Комп'ютери можуть зберігати великі обсяги даних і можуть бути запрограмовані на сортування та представлення даних різними способами, які виявляють різні зв'язки. Незалежно від того, сортують і впорядковують дані люди, чи це роблять комп'ютери, рішення про те, як організувати, впорядкувати і представити дані, ухвалюються людьми. У цьому завданні учням надаються необроблені вихідні дані: фото спостережень за китами з різних часів і місць. Учні впорядковують і сортують дані, щоб зрозуміти закономірності руху китів. Упорядкування даних для виділення зв'язків – це метод обчислювального мислення.

Хвости китів відзначаються унікальним візерунком. Хвостовий плавець кита – це як відбиток пальця для людини. Вони є унікальними для кожної особини, тому їх можна використовувати для упізнання китів. Під час виконання цього завдання учні розглядають фото хвостових плавців китів, зроблені дослідниками-аматорами та завантажені у проєкт «Щасливий кит» (Happywhale). Спершу учні упорядковують дані, щоб визначити, де упродовж року дослідники спостерігали китів. Учні використовують упорядковані дані для того, щоб підтвердити свої ідеї щодо закономірностей міграції горбатих китів. Це – приклад використання доказів на підтвердження аргументу.

Після цього учні використовують подібності та відмінності в унікальних візерунках, забарвленні та рисах хвостових плавців китів, щоб визначити, коли дослідники бачили того самого кита. Сортування на основі схожості та відмінностей у закономірностях є частиною наскрізної концепції закономірностей у навчальному процесі на цьому рівні навчання.

Кити, яких учні спостерігають у цьому завданні, належать до популяції китів, які переважно мігрують між Мексикою, яка є їхнім місцем розмноження, та Каліфорнією, яка є для них місцем нагулювання.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте файл «Карта китів» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Підготуйте набір карток «Дані про китів» для кожної групи учнів.
 - Підготуйте примірник (за можливості кольоровий) набору карток «Дані про китів».
 - Розріжте кожен аркуш на дві картки.
 - Закріпіть кожен набір карток скріпкою, покладіть у конверт чи поліетиленовий пакет.
3. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Де кити?» для кожної групи з трьох учнів.



Процедура

1. Скажіть учням, що в усьому світі є люди, які спостерігають за китами і діляться в Інтернеті фотографіями цих китів із зазначенням місця, де вони їх сфотографували. Скажіть учням, що, переглянувши ці дані, вони можуть дізнатися більше про те, де перебувають горбаті кити в різні пори року.
2. Підніміть і покажіть класу одну з карток набору «Дані про китів». Повідомте учням, що кожна група отримає 16 карток із даними про китів. На кожній картці буде фото хвоста кита, а також дата і місце, де і коли це фото було зроблене. Ще раз скажіть учням, що кита можна ідентифікувати за його хвостовим плавцем.
3. Попросіть учнів переглянути файл «Карта китів». Скажіть учням, що на карті показано місця, де дослідники спостерігали китів з цього набору даних. На карті показано західне узбережжя Північної Америки. Скажіть учням, що Сан-Франциско і Лос-Анджелес розташовані у штаті Каліфорнія.
4. Об'єднайте учнів у групи по троє. Дайте кожній групі набір карток «Дані про китів».
5. Скажіть учням, що може бути корисним побачити загальну картину того, де перебувають кити в різні пори року. Роздайте робочі аркуші «Де кити?» кожній групі учнів. Запропонуйте учням підрахувати, скільки китів перебувають у кожному з місць упродовж кожного місяця року. Учні можуть зробити це, упорядкувавши свої картки за місцем розташування, за місяцями або проглянувши кожен картку одну за одною та підрахувавши за допомогою відміток у своїх робочих аркушах. На Рисунку 5.1 показано заповнений аркуш «Де кити?».

Де кити?

	Мексика	Лос-Анджелес	Сан-Франциско
Січень	1		
Лютий	2		
Березень	2		
Квітень			
Травень			1
Червень			
Липень			2
Серпень		1	1
Вересень			1
Жовтень		2	1
Листопад			1
Грудень	1		

Рисунок 5.1: Заповнений робочий аркуш «Де кити?»: У цьому наборі містяться дані про спостереження за горбатими китами в Мексиці з грудня по березень і в Каліфорнії з травня по листопад.



6. Коли учні завершать сортування своїх даних, роздайте кожній групі робочий аркуш «Міграція китів». На Рисунку 5.2 показано заповнений робочий аркуш «Міграція китів». Коли учні заповнюють робочий аркуш «Міграція китів», проходите по класу. Якщо учні надто довго намагаються знайти відповідь на запитання 1, запропонуйте їм попрацювати над запитаннями 2–5, а потім знову повернутися до запитання 1. Попросіть учнів пояснити, чому вони відповіли на запитання 2–5 саме так. Послухайте, як учні використовують дані про китів на підтримку своїх ідей.

Міграція китів	
1. Які закономірності ви помічаєте в цих даних?	<i>З грудня по березень усі спостереження за китами проводилися в Мексиці. У період з травня по листопад усі спостереження за китами проводилися в Лос-Анджелесі та Сан-Франциско.</i>
2. Більшість китів проводять близько 6 місяців у зоні нагулювання і 4 місяці у зоні народження дитинчат. Де розташоване місце нагулювання?	<i>Каліфорнія</i>
3. Де розташоване місце народження дитинчат?	<i>Мексика</i>
4. Коли кити подорожують від місця народження дитинчат до місця нагулювання?	<i>Квітень</i>
5. Коли кити подорожують від місця нагулювання до місця народження дитинчат?	<i>Листопад</i>

Рисунок 5.2: Заповнений робочий аркуш «Міграція китів»: Учні можуть сказати, що кити мігрують до місця нагулювання в березні, квітні або травні. Учні можуть сказати, що вони мігрують до місця розмноження в листопаді або грудні.



LS1.B Учні описують міграції в життєвому циклі горбатого кита.

Закономірності Учні визначають закономірності змін у перебуванні горбатих китів упродовж року.

Залучення до аргументації на основі доказів Учні використовують докази, отримані з сортування даних про китів, щоб підтвердити свої ідеї щодо розташування місць розмноження та нагулювання, а також пір року, коли кити мігрують між цими двома місцями.

CSTA 1B-DA-06 Учні використовують дані, які вони організували візуально, для обґрунтування припущень щодо міграції китів.

7. Далі учні працюють усім класом. Обговоріть робочий аркуш «Міграція китів». Запрошуйте учнів надавати докази на підтримку своїх ідей.
8. Скажіть учням, що вони можуть перевірити деякі зі своїх ідей щодо міграції китів, якщо зможуть простежити, як переміщувався якийсь один кит упродовж року. Запитайте учнів, чи помітили вони щось у наборі карток, що спонукало їх подумати, що на деяких фото – один і той самий кит. Учні могли помітити або не помітити, що хвостові плавці китів мають візерунки, а на деяких картках зображено хвостові плавці з однаковими візерунками.
9. Скажіть учням, що кожен хвостовий плавець кита є унікальним, більше такого не має жоден інший кит. Люди можуть ідентифікувати китів за їхніми хвостовими плавцями. Скажіть учням, що на деяких із фото на картках – той самий кит. Скажіть учням, що якщо вони знайдуть фото, на яких один і той самий кит, то вони зможуть побачити, як цей кит переміщувався упродовж року.
10. Попросіть учнів розглянути фото китових хвостів і спробувати зібрати разом усі зображення того самого кита.
11. Дайте учням 10–15 хвилин, щоб розглянути картки і об'єднати їх у групи зображень одного й того самого кита. Коли учні сортуватимуть свої картки, ходіть по класу. Запитуйте учнів, чому вони об'єднали певні картки. Слухайте, як студенти розповідають про подібності й відмінності у візерунках та інших ознаках, щоб обґрунтувати свій вибір. У якийсь момент скажіть учням, що на всіх фото – лише чотири кити.

Візерунки Учні використовують подібності та відмінності візерунків на зображеннях, щоб об'єднати хвостові плавці одних і тих самих китів.

Використання математики та обчислювального мислення Учні впорядковують набір даних про кита, щоб виявити, коли спостерігався той самий кит.

CSTA 1B-DA-06 Учні візуально систематизують дані, щоб виявити, коли спостерігався той самий кит.



12. Після того, як учні посортують свої картки, запропонуйте їм вибрати ім'я для кожного кита. Попросіть учнів позначити кожен набір фото іменем кита за допомогою стікерів.
13. Коли групи закінчать упорядковувати свої картки, використовуйте ключ на Рисунку 5.3, щоб перевірити їх сортування. Неправильно упорядковані картки позначайте за допомогою стікерів іншого кольору. Попросіть учнів перевірити такі картки ще раз.

Переважаю білий хвостовий плавець: 1, 4, 11, 14

Переважаю чорний хвостовий плавець з великою кількістю білих кіл і смуг: 2, 6, 10, 12, 15

Переважаю чорний хвостовий плавець з білою лінією з лівого боку: 3, 7, 9

Переважаю чорний із фігурою у вигляді пера над колом у верхній правій частині: 5, 8, 13, 16

Рисунок 5.3: У верхньому лівому куті кожної картки є номер. Ключ вище показує номери карток, на яких зображений той самий кит.

14. Коли учні правильно відсортують свої картки за іменами китів, попросіть їх організувати спостереження за кожним китом у хронологічному порядку, починаючи з січня. На Рисунку 5.4 показано всі картки, відсортовані за китами, а потім упорядковані у хронологічному порядку.



Рисунок 5.4: Це картки даних про китів, відсортовані за китами, а потім упорядковані у хронологічному порядку.

15. Групи учнів використовуватимуть відсортовані картки, виконуючи Завдання 6. Попросіть учнів зберегти відсортовані картки за допомогою скріпки, поліетиленового пакета чи конверта. Попросіть групи позначити набори карток іменами, записаними на стікерах.



Завдання 6: Моделювання руху китів 40 хвилин

Загальна інформація

У цьому завданні учні продовжують упорядковувати та візуально представляти дані, щоб виявити у них взаємозв'язки. Учні використовують загальну схему міграції, яку вони визначили, виконуючи Завдання 5, щоб спрогнозувати міграцію окремих китів. Використання закономірностей змін для прогнозування є складовою наскрізної концепції закономірностей на цьому рівні навчання. Учні продовжують опановувати практику моделювання, розробляючи власну модель, щоб показати, де перебувають кити в різні пори року. Також вони використовують метод обчислювального мислення абстрагування, створюючи моделі, які показують деталі, важливі для проблеми, та ігнорують деталі, які не є важливими для проблеми.

У цьому Завданні, а також у Завданні 7 учні фізично моделюють китів та/або кораблі. Фізичне моделювання об'єктів згодом допоможе учням зрозуміти складніші комп'ютерні моделі (13), подібні до тієї, з якою вони працюватимуть у завданні 11.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте файл «Карта китів» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2. Переконайтеся, що таблицю «Що ми хочемо дізнатися?» бачать усі учні.
3. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Карта китів» та по одному примірнику робочих аркушів «Лос-Анджелес», «Сан-Франциско» та «Мексика» для кожної групи з трьох учнів.
4. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Орієнтовні напрями міграції китів» для кожного учня.
5. Підготуйтеся, щоб роздати учням предмети для представлення китів у їхній моделі. Це можуть бути ігрові фішки Кит 1 – Кит 4, які учні використовували у Завданні 2, канцелярські скріпки, гумки, стікери або м'які іграшки – тварини.
6. Переконайтеся, що кожна група, яка виконувала Завдання 5, має свої робочі аркуші «Де кити?», відсортовані картки з даними про китів та робочі аркуші «Міграція китів».
7. Підготуйте робоче поле настільної гри «Життя китів», щоб його можна було показати класу.

Процедура

1. Попросіть учнів подивитися на таблицю «Що ми хочемо дізнатися?» Нагадайте учням, що вони хочуть дізнатися, куди пливають кити.
2. Підніміть і покажіть учням ігрове поле гри «Життя китів». Нагадайте учням, що вони використовували модель, щоб дізнатися більше про те, де перебувають кити в різні пори року. Тепер вони мають більше інформації про те, де певних китів спостерігали у різні пори року. Учні можуть використовувати ці дані для створення власної моделі.



3. Спроектуйте на екран «Карту китів» так, щоб усі учні могли її бачити. Нагадайте учням, що на карті показано місця, де дослідники спостерігали китів з їхніх наборів даних.
4. Об'єднайте студентів у ті самі групи, що і для виконання Завдання 5. Скажіть учням, що кожна група створюватиме власну модель руху китів. Вони мають створити модель, яка показує деталі, важливі для проблеми, та ігнорує непотрібні деталі. Учні можуть намалювати модель, розіграти модель на паперовій карті (див. Рисунок 6.2) або фізично розіграти модель у класі за особами.
5. Відзначте, що учні мають дані про чотирьох китів. Кожен учень моделюватиме рух одного кита. Якщо учні об'єднані у групи по троє, це означає, що одного кита не буде включено до моделі. Так воно і має бути.
6. Роздайте кожній групі заповнений робочий аркуш «Де кити?», відсортовані картки із Завдання 5 та заповнений робочий аркуш «Міграція китів». Покажіть учням, що вони можуть використати робочий аркуш «Карта китів», щоб зробити меншу модель, або ж вони можуть використовувати робочі аркуші «Лос-Анджелес», «Сан-Франциско» та «Мексика», щоб зробити більшу модель. Покажіть учням, що вони можуть використовувати предмети для представлення китів або самі можуть грати китів.
7. Роздайте робочі аркуші «Орієнтовні напрями міграції китів» по одному на кожного учня. Запропонуйте кожному учневі записати, де буде їхній кит у різні пори року. На Рисунку 6.1 показано заповнений робочий аркуш «Орієнтовні напрями міграції китів».

Орієнтовні напрями міграції китів

Місяць	Напрям
Січень	Мексика
Лютий	Мексика
Березень	Мексика
Квітень	мігрувати
Травень	Сан-Франциско
Червень	Сан-Франциско
Липень	Сан-Франциско
Серпень	Сан-Франциско
Вересень	Сан-Франциско
Жовтень	Лос-Анджелес
Листопад	мігрувати
Грудень	Мексика

Рисунок 6.1: Заповнений робочий аркуш «Орієнтовні напрями міграції китів»: Учні прогнозують, де, на їхню думку, перебував їхній кит у певні місяці року.



CSTA 1B-DA-07 Учні використовують дані про одних китів для прогнозування ймовірних шляхів міграції інших.

8. Якщо учням важко виконувати це завдання, попросіть їх почати з використання даних із карток, щоб визначити, де, на їхню думку, перебував їхній кит у певні місяці. Після цього запропонуйте учням скористатися робочими аркушами «Де кити?» та «Міграція китів», які допоможуть їм визначити, де, на їхню думку, перебував їхній кит в інші місяці року.
9. Дайте учням 15–20 хвилин для спільної роботи над використанням відсортованих даних для моделювання руху китів.

LS1.B Учні використовують схеми міграції, що ґрунтуються на даних про кількох китів, для прогнозування імовірного переміщення одного кита.

Закономірності Учні використовують схеми міграції, що ґрунтуються на даних про кількох китів, для прогнозування імовірного переміщення одного кита.

Розробка та використання моделей Учні розробляють модель, використовуючи дані, щоб показати, де перебувають кити протягом року.

CSTA 1B-DA-06 Учні організують і представляють дані, щоб розкрити річну схему міграції горбатого кита.

ISTE 1.5.b Учні представляють дані різними способами, щоб полегшити вирішення проблеми травмування чи загибелі китів внаслідок зіткнень із кораблями.



Рисунок 6.2: Моделі учнів можуть включати рухомі предмети на карті, які представляють китів.



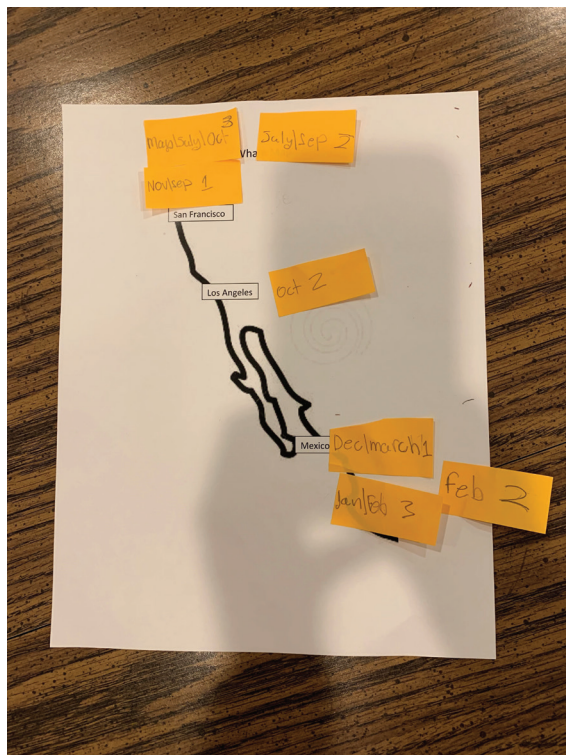


Рисунок 6.3: Або ж учні можуть створити статичну модель, яка показує, де перебувають кити в різні пори року.

10. Запросіть групи поділитися своєю моделлю з якоюсь іншою групою.



Завдання 7: Додавання даних про рух кораблів 15 хвилин

Загальна інформація

Райони Сан-Франциско та Лос-Анджелеса в Каліфорнії відзначаються інтенсивним рухом кораблів. У цих районах океану також часто перебувають кити. Виконуючи Завдання 7, учні переглядають свої моделі із Завдання 6, додаючи до них місце інтенсивного руху кораблів.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте файл «Дані про рух кораблів» так, щоб його міг переглядати весь клас.
2. Переконайтеся, що таблиці «У чому полягає проблема?» і «Що ми хочемо дізнатися?» бачать усі учні.

Процедура

1. Попросіть учнів переглянути таблиці «У чому полягає проблема?» і «Що ми хочемо дізнатися?». Нагадайте учням, що вони вирішили зосередитися на проблемі китів, які постраждали або загинули від ударів кораблів. Запропонуйте учням обговорити з партнером, що ще вони хотіли б додати до своєї моделі, щоб краще зрозуміти проблему і почати її вирішувати. Запропонуйте учням поділитися своїми ідеями з класом. Якщо учні самі про це не згадають, запропонуйте їм додати до своєї моделі рух кораблів.
2. Об'єднайте учнів у ті самі групи, що і для виконання Завдань 5 і 6. Спроектуйте файл «Дані про рух кораблів» на екран. Повідомте учням, що на карті показано кількість кораблів у різних місцях за один рік. Попросіть кожну групу обговорити, що, на їхню думку, означають кольори на карті. Запропонуйте учням поділитися своїми ідеями. Переконайтеся, що учні розуміють, що означає кожен колір з погляду відносного обсягу руху кораблів. Наприклад, учні повинні розуміти, який колір представляє найбільше кораблів, а який найменше.
3. Запропонуйте кожній групі обговорити свої ідеї щодо додавання до моделі кораблів.
4. Дайте учням 5–10 хвилин для спільної роботи над створенням нової моделі, яка показує рух китів і рух кораблів. Учні можуть створити модель у реальному часі, у якій рухаються кораблі та кити. Або ж вони можуть робити позначення на карті, щоб показати місця, де зазвичай можуть бути кити та кораблі.



Розробка та використання моделей Учні розробляють модель далі, використовуючи дані про рух кораблів, щоб показати, де кити і кораблі перебувають протягом року.

Використання математики та обчислювального мислення Учні організують дані про рух кораблів і китів, щоб виявити, де існує найбільша ймовірність зіткнень китів із кораблями.

ISTE 1.5.b Учні організують і представляють дані, щоб виявити райони, у яких, найімовірніше, проблема зіткнень китів із кораблями буде найгострішою.

5. Коли учні працюють над своїми моделями, проходите по класу. Якщо учням складно створити добру модель, поставте додаткові запитання, щоб допомогти їм.
 - Що із зображеного на карті стосується руху кораблів?
 - Де кораблів найбільше?
 - Як можна відобразити те, що ви спостерігаєте на карті, у вашій моделі?
6. Запросіть групи поділитися своїми моделями з класом. За потреби дайте групам час, щоб оновити моделі, використавши ідеї, які вони дізналися від інших груп.



Завдання 8: Доопрацювання ідей 15 хвилин

Загальна інформація

У цьому завданні учні повертаються до проблеми зіткнення китів з кораблями. Учні використовують практику аргументації на основі доказів, коли вони роблять припущення про те, де найбільше китів отримують травми або гинуть через зіткнення з кораблями, і підкріплюють його доказами. Використовуючи дані, отримані із сортування карток і моделі, учні, ймовірно, пояснять, що морські райони Лос-Анджелеса і Сан-Франциско в Каліфорнії є найбільш імовірними місцями, де кити зазнають зіткнень із кораблями. Учні мають можливість знайти більше рішень шляхом мозкового штурму.

Підготовка

1. Переконайтеся, що усі учні бачать таблицю «Як ми можемо захистити китів від зіткнень з кораблями?».
2. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Ваші ідеї щодо проблеми та її вирішення» на кожного учня.

Процедура

1. Скажіть учням, що вони будуть використовувати знання, отримані під час моделювання даних про китів і кораблі, щоб краще зрозуміти проблему і запропонувати ідеї, як можна зменшити кількість китів, що отримують поранення або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями.
2. Роздайте робочі аркуші «Ваші ідеї щодо проблеми та її вирішення» кожному учневі і запропонуйте заповнити їх. Якщо учні не надають доказів на підтримку свого твердження, запитайте їх: «Чому ви так вважаєте?» Попросіть їх записати свої докази.

Закономірності Учні використовують закономірності руху китів і кораблів як докази на підтримку аргументу про те, де зіткнення кораблів із китами може становити найбільшу проблему.

Залучення до аргументації на основі доказів Учні використовують модель даних як доказ на підтримку аргументу про те, що Лос-Анджелес і Сан-Франциско, найімовірніше, є районами з найбільшою кількістю зіткнень.

1B-DA-06 Учні використовують свою модель даних для обґрунтування припущення про те, де найбільше китів зазнають травмування або гинуть від зіткнень із кораблями.

ISTE 1.5.b Учні використовують дані для обґрунтування свого оновленого рішення проблеми травмування чи загибелі китів внаслідок зіткнень із кораблями.

3. Запропонуйте учням подивитися на таблицю «Як ми можемо захистити китів від зіткнень з кораблями?».
- Запросіть учнів поділитися додатковими ідеями про те, як вони могли б захистити китів від зіткнень із кораблями.



Завдання 9: Дослідницькі рішення 20 хвилин

Загальна інформація

Перш ніж розробляти рішення, науковці та інженери досліджують проблему та можливі шляхи її вирішення. Виконуючи це завдання, учні провадять подальше дослідження, щоб краще зрозуміти проблему зіткнення горбатих китів з кораблями та запропонувати можливі шляхи її вирішення.

Горбаті кити не можуть дихати, перебуваючи під водою. Щоб вдихнути повітря через дихальний отвір, китові потрібно випливати на поверхню моря. На жаль, на цій поверхні також перебувають і кораблі. Горбаті кити можуть перебувати під водою до 45 хвилин. Результати досліджень свідчать про те, що, якщо великі кораблі зменшують свою швидкість до 10 вузлів (12 миль/год.) чи менше в районах з великою кількістю китів, кораблі менше стикаються з китами. Якщо кораблі рухаються повільніше, кити можуть уникати зіткнень. В одному дослідженні було виявлено, що синій кит зміг змінити напрям свого руху й уникнути зіткнення з кораблем, що йшов зі швидкістю меншою за 10 вузлів (14).

Люди на кораблі можуть не побачити чи не почути кита вчасно, щоб уникнути зіткнення. Але люди можуть ділитися даними, на основі яких створювати карти реальному часі, які допоможуть кораблям уникати китів. Крім того, деякі громади створили зони, до яких не мають заходити кораблі. Науковці використовують дані спостережень за китами для визначення схеми їхнього переміщення, щоб рекомендувати час і райони, яких слід уникати великим кораблям.

Підготовка

1.  Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Підготуйте по одному кольоровому примірнику тексту «Кити і кораблі: Разом в океані» на кожного учня. Виконуючи це завдання, учні читатимуть частини тексту в парах та та використовуватимуть увесь текст для довідки, виконуючи Завдання 10.
2. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Дослідження проблеми та її вирішення» на кожного учня.

Процедура

1. Скажіть учням, що для розробки доброго рішення варто провести дослідження. Повідомте учням, що вони докладніше досліджуватимуть, чому кити стикаються з кораблями, і деякі можливі рішення.
2. Роздайте кожному учневі примірник тексту «Кити і кораблі: Разом в океані» та примірник робочого аркуша «Дослідження проблеми та її вирішення». Повідомте учням, що текст складається з чотирьох розділів: «Швидкість корабля», «Як дихають кити?», «Рух кораблів і кити» і «Як ми можемо «бачити» китів?»
3. Об'єднавши учнів у групи так, як для Завдань 5, 6 і 7, попросіть одного учня з кожної групи прочитати один із перших трьох розділів оповідання. Об'єднайте учнів у пари так, щоб кожен читав призначений йому розділ разом із партнером, який має той самий розділ. Скажіть учням, що в наступному завданні вони розповідатимуть те, що вони дізналися зі свого розділу, іншим учням своєї групи із Завдань 5, 6 і 7.



4. Попросіть учнів у парах прочитати свій розділ оповідання. Попросіть одного учня читати вголос, а іншого – стежити за читанням і текстом. Після цього попросіть учнів помінятися ролями і прочитати текст ще раз.

Порада вчителю



Попросіть учнів виділяти або підкреслювати важливі частини та/або робити нотатки щодо тексту.

5. Попросіть учнів обговорити, що вони дізналися і як це може допомогти їм вирішити проблему травмування або загибелі китів через зіткнення з кораблями. Попросіть учнів записати свої ідеї до робочого аркуша «Дослідження проблеми та її вирішення».

ETS1.B Учні проводять подальше дослідження проблеми травмування чи загибелі китів внаслідок зіткнень із кораблями.

Отримання, оцінювання та передавання інформації Учні отримують інформацію з тексту для вирішення проблеми травмування та загибелі китів внаслідок зіткнень із кораблями.

6. Попросіть учнів у парах, які закінчили роботу раніше, прочитати останній розділ оповідання («Як ми можемо «бачити» китів?») і оновити свій аркуш «Дослідження проблеми та її вирішення».

Порада вчителю



Відвідайте сторінку ScienceEducation.si.edu/whales. Запропонуйте учням прочитати текст «Поряд із дослідницею океану», щоб більше дізнатися про дослідницю Сару Маллетт і проєкт захисту китів, який фінансується ВМС.



Завдання 10: Пропонування рішення 30 хвилин

Загальна інформація

Під час виконання цього завдання учні, працюючи у групах, застосовують те, чого вони навчилися у цьому модулі, пропонують рішення та/або пропонують додаткові дослідження, які необхідно провести для того, щоб зменшити кількість китів, які зазнають травмування чи гинуть внаслідок зіткнень з кораблями. Учні можуть створювати зони з меншою швидкістю руху кораблів або зони, яких кораблі мають уникати. Учні можуть пропонувати додаткові дослідження про райони Лос-Анджелеса і Сан-Франциско в Каліфорнії, щоб дізнатися більше деталей про те, де в цих районах рухаються кораблі і кити.

Для проблем не існує якогось єдиного (чи навіть найкращого) рішення. Інженери спираються на критерії, які вони розробили під час визначення проблеми, щоб з'ясувати, яке рішення найкраще відповідає потребам. Це означає, що інженерам часто доводиться розробляти і перевіряти кілька рішень, перш ніж вибрати й оптимізувати остаточне. У наступному завданні учні матимуть можливість протестувати кілька рішень, щоб побачити, як вони впливають на кількість китів, що зазнають зіткнень з кораблями, та кількість перевезеного вантажу.

Підготовка

1. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Наше рішення» для кожної групи з трьох учнів.
2. Переконайтеся, що кожен учень має заповнений робочий аркуш «Дослідження проблеми та її вирішення».
3. Корисними для учнів будуть також такі робочі аркуші: «Де кити?», «Карта китів» та «Міграція китів».

Процедура

1. Об'єднайте учнів у ті самі групи, що і для виконання Завдань 5, 6 і 7.
2. Попросіть кожного учня за допомогою свого робочого аркуша «Дослідження проблеми та її вирішення» розповісти іншим учням у групі про те, що він дізнався зі свого розділу тексту. Якщо ніхто в групі не встиг прочитати останній розділ («Як ми можемо «бачити» китів?»), попросіть учнів прочитати цей розділ зараз.
3. Роздайте кожній групі робочий аркуш «Наше рішення» та робочі аркуші «Де кити?», «Карта китів» та «Міграція китів».
4. Попросіть учнів попрацювати разом, щоб запропонувати рішення, як зменшити кількість китів, які зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень з кораблями.



Порада вчителю



Підготуйте додаткові примірники робочого аркуша «Карта китів» на випадок, якщо студенти захочуть розповісти про своє рішення, використовуючи карту.

5. Заохочуйте учнів думати про додаткові дослідження, які можна провести для розробки рішення проблеми. Наприклад, учні можуть запропонувати зібрати більше даних про китів, щоб дізнатися, де вони живуть у районах Лос-Анджелеса чи Сан-Франциско (штат Каліфорнія).

LS2.C Учні розробляють рішення щодо зміни фізичних характеристик місця, щоб збільшити кількість китів, які можуть виживати і розмножуватися.

Проектування рішень Учні застосовують наукові ідеї щодо міграції і поведінки китів, щоб розробити рішення для зменшення кількості китів, які зазнають травмування чи гинуть внаслідок зіткнень із кораблями.

ISTE 1.5.b Учні використовують дані для прийняття рішення, яке зменшить кількість суден, що стикаються з китами, та/або пропонують зібрати більше даних, щоб конкретніше визначити місця, які потребують вирішення проблеми зіткнення кораблів з китами.

6. Попросіть учнів розмістити свої рішення та дослідницькі ідеї у класі.
7. Запропонуйте учням за допомогою виставлених аркушів ознайомитися з ідеями інших груп.
8. Усім класом обговоріть можливі рішення та ідеї щодо додаткових досліджень.



Завдання 11: Перевірка рішень 45 хвилин

Загальна інформація

Комп'ютери можуть зберігати та обробляти набагато більше даних, ніж люди. Оскільки комп'ютерна модель на основі даних дозволяє користувачеві візуалізувати більше даних, ніж модель, створена людиною, комп'ютерна модель може виявити додаткові взаємозв'язки, важливі для розуміння явища або вирішення проблеми.

У цьому завданні учні використовують модель Whale Protection Corp, щоб більше дізнатися про те, де біля західного узбережжя Північної Америки є кити і кораблі. Учні можуть використовувати модель Whale Protection Corp для перевірки можливих рішень. Учні можуть створювати зони, у яких кораблі мають рухатися з меншою швидкістю. Учні можуть створювати зони, яких кораблі мають уникати. Учні можуть вирішити самі надавати дані до моделі та користуватися нею. Проводячи моделювання на основі різних рішень, учні можуть побачити, як їхнє рішення вплине на кількість кораблів, що завдають ударів китам, і кількість доставлених вантажів. Учні виконують це завдання, будуючи аргументацію щодо найкращого рішення для зменшення кількості зіткнень китів із кораблями.

Підготовка

1. @ Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Відкрийте модель Whale Protection Corp так, щоб її міг переглядати весь клас.
2. @ На всіх пристроях учнів відкрийте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales** та отримайте доступ до моделі Whale Protection Corp.
3. @ Відвідайте сторінку **ScienceEducation.si.edu/whales**. Підготуйте по примірнику робочого аркуша «Перевірка рішень» для кожного учня.
4. Підготуйте по одному примірнику робочого аркуша «Доопрацьоване рішення» для кожної групи з двох учнів.

Процедура

1. Об'єднайте учнів у групи по двоє.
2. Роздайте по примірнику робочого аркуша «Перевірка рішень» кожному учневі.
3. Учні можуть використовувати модель Whale Protection Corp для перевірки можливих рішень.
4. Попросіть учнів заповнити робочий аркуш «Перевірка рішень».



Designing solutions Учні створюють і порівнюють кілька варіантів вирішення проблеми, виходячи з того, наскільки добре вони зменшують кількість кораблів, що стикаються з китами, зберігають кількість доставлених вантажів і мінімізують витрати.

ISTE 1.5.b Учні використовують цифровий інструмент для аналізу даних, щоб сприяти вирішенню проблеми травмування та загибелі китів внаслідок зіткнень із кораблями.

5. Роздайте робочі аркуші «Доопрацьоване рішення» кожній групі учнів та попросіть заповнити їх.

Залучення до аргументації на основі доказів Учні використовують докази з моделі, щоб підтримати припущення про перевагу свого переглянутого рішення.



Робочі аркуші для учнів

Захист китів



Фішки для гри «Життя китів»

Кит 1 	Кит 2 	Кит 3 	Кит 4 
Кит 5 	Кит 6 	Кит 7 	Кит 8 
Кит 9 	Кит 10 	Кит 11 	Кит 12 
Кит 13 	Кит 14 	Кит 15 	Кит 16 
Кит 17 	Кит 18 	Кит 19 	Кит 20 
Кит 21 	Кит 22 	Кит 23 	Кит 24 



Оцінювальний аркуш до гри «Життя китів»

1. Чим сучасне життєве середовище китів відрізняється від того, яким воно було 250 років тому?
2. Як ці зміни в життєвому середовищі вплинули на китів? Як ви можете це довести?
3. Що станеться, якщо ви зіграєте ще раз без зони «Маєш дитинча» на спінері?



Де кити?

	Мексика	Лос-Анджелес	Сан-Франциско
Січень			
Лютий			
Березень			
Квітень			
Травень			
Червень			
Липень			
Серпень			
Вересень			
Жовтень			
Листопад			
Грудень			

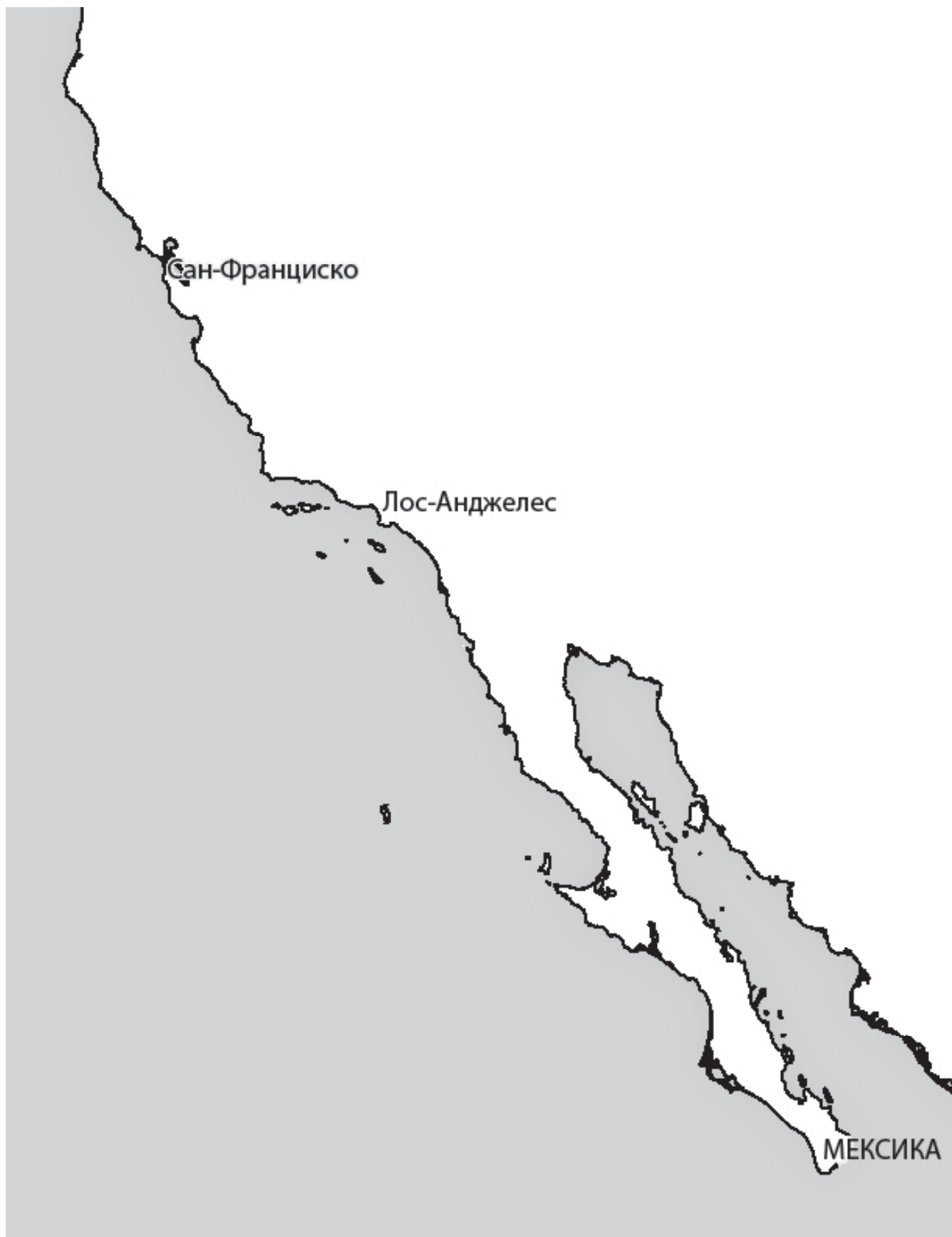


Міграція китів

1. Які закономірності ви помітили у цих даних?
2. Більшість китів проводять близько 6 місяців у місці нагулювання і 4 місяці в місці розмноження.
Де розташоване місце нагулювання?
3. Де розташоване місце розмноження?
4. Коли кити переміщуються від місця розмноження до місця нагулювання?
5. Коли кити переміщуються від місця нагулювання до місця розмноження?



Карта китів



Орієнтовні напрями міграції китів

Місяць	Напря́м
Січень	
Лютий	
Березень	
Квітень	
Травень	
Червень	
Липень	
Серпень	
Вересень	
Жовтень	
Листопад	
Грудень	



Лос-Анджелес



Сан-Франциско



Мексика



Ваші ідеї щодо проблеми та її вирішення

1. Де зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями найбільша кількість китів? Як ви можете це довести?
2. Як можна зменшити кількість китів, які зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями?



Дослідження проблеми та її вирішення

Проблема: Кити зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями.

1. Що з того, що ви дізналися, може допомогти вирішити цю проблему?



Наше вирішення проблеми

Проблема: Кити зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями.

Опишіть своє рішення нижче.

1. Наше рішення:

2. Які додаткові дослідження потрібно провести для розробки вашого рішення?



Доопрацьоване рішення

Проблема: Кити зазнають травмування або гинуть внаслідок зіткнень із кораблями.

1. Яке рішення ви рекомендуєте? Чому?



1. Committee on STEM Education of the National Science and Technology Council. 2018. *Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*. Office of Science and Technology Policy. Отримано з <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.
2. National Resource Council. 2012. *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Отримано з <https://doi.org/10.17226/13165>.
3. Moulding, B., R. Bybee, and N. Paulson. 2015. *A Vision and Plan for Science Teaching and Learning: An Educator's Guide to a Framework for K–12 Science Education, Next Generation Science Standards, and State Standards*. Salt Lake City, UT: Essential Teaching and Learning PD, LLC.
4. Odden, T.O., and R. Russ. 2019. Defining Sensemaking: Bringing Clarity to a Fragmented Theoretical Construct. *Science Education* 103, no. 1: 187–205.
5. Short, M.E. 2021. *Making Sense of Student Sensemaking*. Отримано з <https://landing.carolina.com/smithsonian-students-sensemaking-whitepaper>.
6. Wing, J.M. 2010. Research Notebook: Computational Thinking—What and Why? *The Link*. Carnegie Mellon University School of Computer Science. Отримано з <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-andwhy>.
7. Shute, V.J., C. Sun, and J. Asbell-Clarke. 2017. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review* 22: 142–58. Отримано з <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>.
8. Yadav, A., H. Hong, and C. Stephenson. 2016. Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K–12 classrooms. *TechTrends* 60, no. 6: 565–568. Отримано з <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>.
9. Weintrop, D., E. Beheshti, M. Horn, K. Orton, K. Jona, L. Trouille, and U. Wilensky. 2016. Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology* 25: 127–47.
10. NGSS Lead States. 2013. *Next Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.
11. Computer Science Teachers Association. 2017. *CSTA K-12 Computer Science Standards*. Отримано з <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf>.
12. Brooks-Young, Susan. 2016. *ISTE Standards for Students: A Practical Guide for Learning with Technology*. Arlington, VA: International Society for Technology in Education.
13. Sengupta, P., A. Dickes, A. Voss Ferris, A. Karan, D. Martin, and M. Wright. 2015. Education Programming in K-12 Science Classrooms: Introducing students to visual programming as a pathway to text-based programming. *Viewpoints* 58, no. 11: 33–35.
14. Szesciorka, A.R., A.N. Allen, J. Calambokidis, J. Fahlbusch, M.F. McKenna, and B. Southall. 2019. A Case Study of a Near Vessel Strike of a Blue Whale: Perceptual Cues and Fine-Scale Aspects of Behavioral Avoidance. *Frontiers in Marine Science* 6: 761. doi:10.3389/fmars.2019.00761.

