

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

КОМУНАЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЧЕРКАСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

**ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ІНЖЕНЕРНОГО
МИСЛЕННЯ УЧНІВСТВА НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ТА
ПОЗАКЛАСНИХ ЗАХОДАХ ЗАСОБАМИ БІОНІКИ**

Навчально-методичний посібник

Черкаси - 2024

УДК 373.5.016:57

Ф16

Схвалено вченою радою КНЗ «ЧОПОПП Черкаської обласної ради». Протокол №2 від 10 червня 2024 року

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ У СКЛАДІ: Даниленко Л. І., Гончаренко С. О., Громова Т. В., Куриленко І. Р., Шинкаренко Л. О., за заг. ред. Л. І. Даниленко

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Руденко І. М., доцент кафедри психології комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради», кандидат психологічних наук;

Носаєва І. П., учитель біології Червонослобідського закладу загальної освіти І-ІІІ ступенів №1 Червонослобідської сільської ради Черкаської області, заслужений учитель України

Ф16 Формування та розвиток інженерного мислення учнівства на уроках біології та позакласних заходах засобами біоніки (STEM-освіта на уроках біології): навчально-методичний посібник /автор. колек. у складі: Л. І. Даниленко, С. О. Гончаренко, Т. В. Громова, І. Р. Куриленко, Л. О. Шинкаренко; за заг. ред. Л. І. Даниленко. Черкаси: КНЗ «ЧОПОПП Черкаської обласної ради», 2024. 138 с.

Навчально-методичний посібник містить інформаційний матеріал щодо відкриттів у сучасній біоніці, методичні розробки уроків біології та позакласних заходів з використанням елементів біоніки. Зміст навчального матеріалу та позакласних заходів спрямований на формування ключових та предметних компетентностей, зокрема математичної та компетентностей у галузі природничих наук, техніки, технологій.

Мета даного посібника: допомогти вчителю/вчительці біології і екології організувати освітній процес з використанням навчальних технологій STEM-освіти та елементів біоніки, що сприятиме розвитку технічного (інженерного мислення) учнів/учениць.

Навчально-методичний посібник призначений для вчителів/вчительок біології і екології закладів загальної середньої освіти та учнів/учениць, які виявляють зацікавленість до науки біоніки, мають підвищений інтерес до більш глибокого вивчення й розуміння природних об'єктів, процесів і явищ.

ЗМІСТ

Передмова		4
Розділ I.	Біоніка як наука: відкриття та напрямки	5
1	Історія становлення біоніки	5
2	Основні напрямки біоніки	7
Розділ II.	Біологія рослин і біоніка	8
Розділ III.	Біологія тварин і біоніка	11
Розділ IV.	Нейробіоніка	21
1	Біоніка майбутнього	25
Розділ V.	Методичні розробки уроків біології, природознавства з елементами біоніки	31
Розділ VI.	Сценарії позакласних заходів у контексті науки біоніки	91
Список використаних інформаційних джерел		137

Передмова

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схваленої Кабінетом Міністрів України 05.09 2020 р., зазначено, що основною метою розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) є комплексне поширення інноваційних методик викладання та об'єднання зусиль учасників освітнього процесу і соціальних партнерів у формуванні необхідних компетентностей здобувачів освіти, які дадуть можливість запропонувати розв'язання проблем суспільства, поєднавши природничі науки, технології, інженерію та математику, а основними завданнями природничо-математичної освіти на сьогодні є всебічний розвиток особистості шляхом виявлення її нахилів і здібностей; оволодіння засобами пізнавальної та практичної діяльності; виховання особистості, яка прагне до здобуття освіти упродовж життя, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань.

Впровадження природничо-математичної освіти (STEM-освіти) здійснюватиметься з урахуванням таких принципів: особистісний підхід, спрямований на врахування вікових, індивідуальних особливостей здобувачів освіти, їх інтересів та здібностей, особливих освітніх потреб; постійне оновлення змісту освіти з урахуванням досягнень науки, розвитку технологій та вимог ринку праці; наступність – формування необхідних компетентностей на всіх складниках та рівнях освіти; продуктивна мотивація здобувачів освіти до впровадження науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва; патріотизм і громадянська спрямованість.

Варто також зазначити, що шляхами і способами розв'язання проблем розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), означених у названому вище нормативному документі є навчальні методики та навчальні програми природничо-математичної освіти (STEM-освіти) спрямовані на задоволення попиту на наукоємну освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей, а саме: інженерного мислення – виявлення та розв'язання складних проблем на основі аналізу даних, пошук рішень, їх оцінювання та втілення найефективнішого рішення за допомогою технічних засобів [1].

У запропонованому навчально-методичному посібнику вміщено цікавий інформаційний матеріал щодо історії виникнення і становлення науки біоніки, а саме: з давніх часів і до наших днів. Також представлені значні відкриття та напрями науки біоніки, зокрема біологічної біоніки, що вивчає процеси в живих системах; теоретичної біоніки, яка будує математичні моделі цих процесів; технічної біоніки, яка застосовує моделі теоретичної біоніки для вирішення математичних задач.

Не викликає заперечень те, що сучасні біологічні, біонічні, технічні та інженерні знання й досягнення є результатом багатолітньої праці вчених,

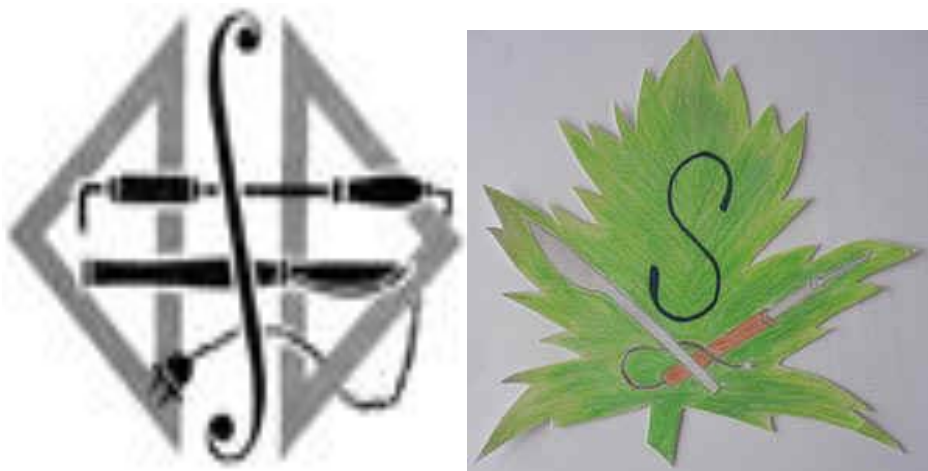
винахідників, інженерів минулих століть, відомості про життя і діяльність яких представляє без сумніву значний інтерес і у наш час.

Наукові відкриття та винаходи таких учених як Леонардо да Вінчі, Ісаака Ньютона, Роберта Гука ввійшли у світову скарбницю людських знань.

Розділ I. Біоніка як наука: відкриття та напрямки біоніки.

1. Історія становлення біоніки

Біоніка, як самостійна наука відносно молода. Датою народження біоніки вважають 13 вересня 1960 року. У цей день у Дайтоні (штат Огайо, США) відкрився перший національний симпозиум на тему «Живі прототипи штучних систем – ключ до нової техніки». Вчені своєю емблемою обрали скальпель і паяльник, об'єднані знаком інтеграла. Скальпель – символ творчості біолога, паяльник – інженера, інтеграл – математика (мал.1). Поєднання цих спеціальностей якнайкраще відображає основу, на якій сформувалася й зараз розвивається біоніка.



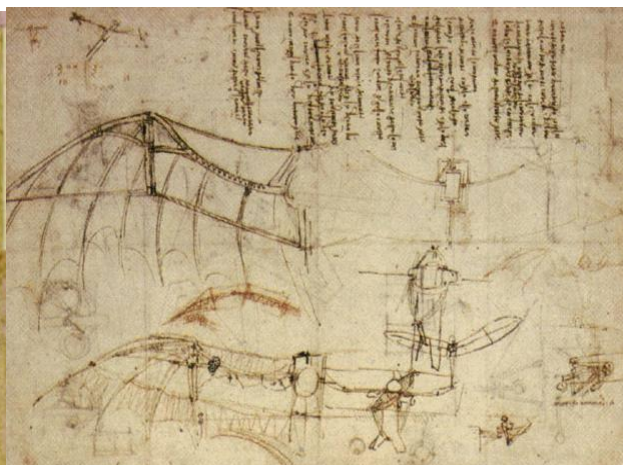
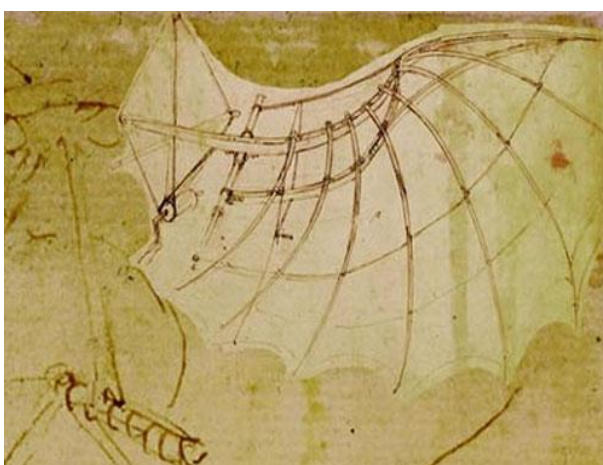
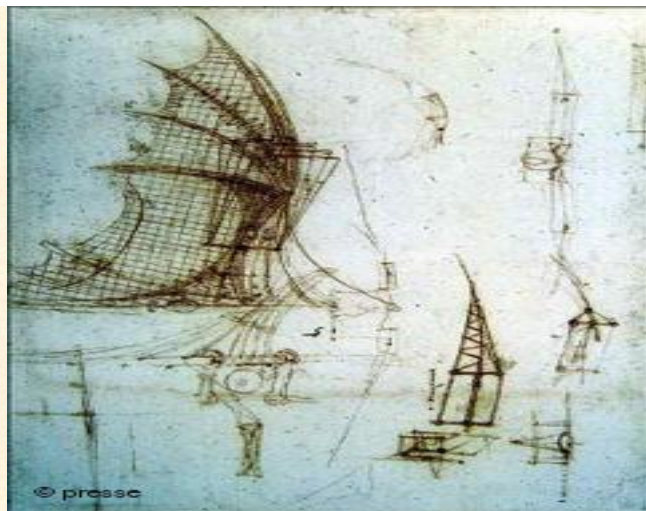
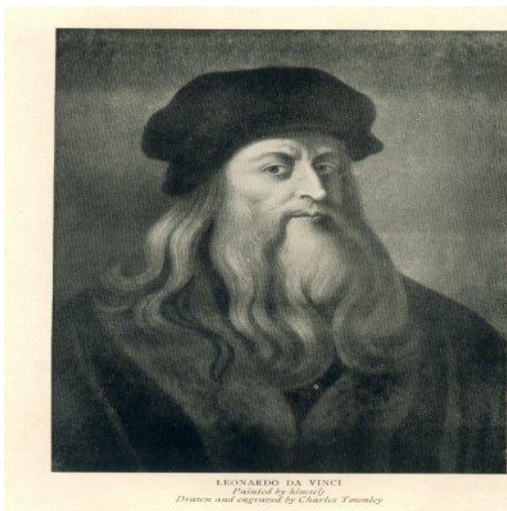
Мал.1.

Проте дослідження в галузі біоніки проводили ще в глибокій давнині, про що свідчать численні історичні факти. Так, під час розкопок в одній з печер, що в Альпах, були знайдені сокири первісної людини. Вивчення цих знарядь показало: першим ріжучим елементом у них був гострий камінь, який нагадував зуб ведмедя, що був його прямим аналогом. У рабовласницькому суспільстві, як свідчать археологічні розкопки, використовували плуги старокитайської конструкції, що рили землю, як свиня чи кіт, але не перевертали пласт. Якщо уважно вдивитися в легкі африканські будівлі, то можна побачити квіти й дерева. Далекосхідні пагоди нагадують стрункі ялини з важкими гілками-лапами; мармурова колона Парфенону – відтворення стрункого стовбура дерева, колона

єгипетського храму подібна до стебла лотоса, готична архітектура – втілення в холодному камені конструктивної логіки та доцільності живого.

Особливо яскраво спостерігається пряме копіювання біологічних систем під час вивчення польоту птахів і конструювання літальних апаратів. Наприклад, у працях алхіміка Іакова IV Шотландського, Джоана Доміана (1500 р.), у зошитах геніального художника, гідравліка й механіка Леонардо да Вінчі (1452-1519) міститься багато схем, ескізів і малюнків літальних апаратів із крилами, що приводять у рух (мал. 2,3,4,5). Геніальний науковець епохи Відродження виявив аналогію між творінням людини і природи, і показав, що імітація або використання моделей природи може дати технічні переваги.

Відомо, що політ птахів або плавання риб навели великого художника на думку про створення перших планерів, парашутів, підводних човнів. Він намагався побудувати літальний апарат з рухомими крилами, як у птахів, і назвав його орнітоптер. Геніальний митець Леонардо да Вінчі писав: «Птах – це діючий за математичним законом інструмент, зробити який спроможна людина...»



Мал.2, 3, 4, 5.

Але всі його спроби побудувати літальний апарат на той час зазнавали невдач. Винахіднику не вистачало двигуна, легкого й потужного, щоб привести крила в рух.

Важливою віхою в історії біоніки став розвиток механіки, основу якої заклав англійський фізик Ісаак Ньютон (1642-1727), в роботі «Математичні начала натуральної філософії». Її механіка була доповнена законом Роберта Гука (1635-1703), що став основою техніки, фундаментом раціонального проектування машин і механізмів.

Значний крок уперед у біоніці був зроблений одночасно з розвитком автоматики, що дозволило зробити перехід від декоративних механізмів до підказаних природою механізмів, які можуть ефективно працювати в промисловості. Вони переносили моделі з природного середовища в область техніки на основі аналогій.

Поява кібернетики, що розглядає загальні принципи управління і зв'язку в живих організмах і машинах, стало тригером для більш широкого вивчення будови і функцій живих систем з метою з'ясування їх спільності з технічними системами, а також використання отриманих відомостей про живі організми для створення нових приладів, механізмів, матеріалів тощо.

Отже, походження техніки є біонічним за своєю суттю, хоча форми й функції перших штучних знарядь були грубими копіями органів тіла тварин і людини. Вивчаючи зовнішню сторону творінь природи, копіюючи те, що доступне людському зору, людина в майбутньому стала проникати в суть речей і процесів навколишнього світу. Вона навчилась відкривати їх глибокий взаємозв'язок, пізнавати закони природи та, спираючись на здобуті знання, перейшла до перетворення пізнаних речей і процесів відповідно до нових потреб практики. В останні роки біоніка підтверджує, що більшість людських винаходів уже «запатентовано» природою.

2. Основні напрямки біоніки

Розрізняють:

- біологічну біоніку, що вивчає процеси в живих системах;
- теоретичну біоніку, яка будує математичні моделі цих процесів;
- технічну біоніку, яка застосовує моделі теоретичної біоніки для вирішення математичних задач.

Вчені-біоніки охоплюють наступні проблеми:

- вивчення нервової системи людини та тварин; моделювання нервових клітин для вдосконалення обчислювальної техніки, автоматики, телемеханіки;
- вивчення органів чуття живих організмів з метою розробки нових датчиків і систем стеження;
- вивчення принципів орієнтації, навігації у різних тварин для їх застосування в техніці;
- вивчення морфологічних, фізіологічних особливостей тварин для появи нових ідей.

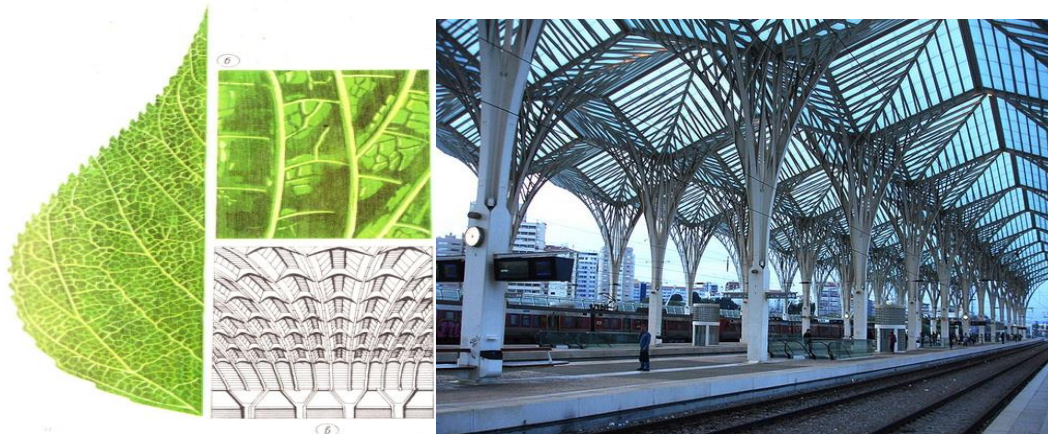
Отже, сьогодні основними напрямками біоніки є:

- архітектурна біоніка.
- нейробіоніка.

Ознайомимось на прикладах із досягненнями в галузі біоніки.

Розділ II. Біологія рослин і біоніка.

1. Вивчаючи будову листків рослин та їх жилкування, вчені звернули увагу на архітектуру та призначення різноманітних жилок. Так, подібно до будови листка будують дерев'яні основи для дахів будинків. Вздовж розміщують основну балку, перпендикулярно прикріплюють поперечні балки, а вже на них накладають дошки. Таким чином, у конструкціях дахів створюється необхідна жорсткість та стійкість, даючи можливість без опор перекривати широкі простори. Тому будівлі, які створює людина, як і зелені листки добре протистоять впливу кліматичних та інших несприятливих умов.



мал.6

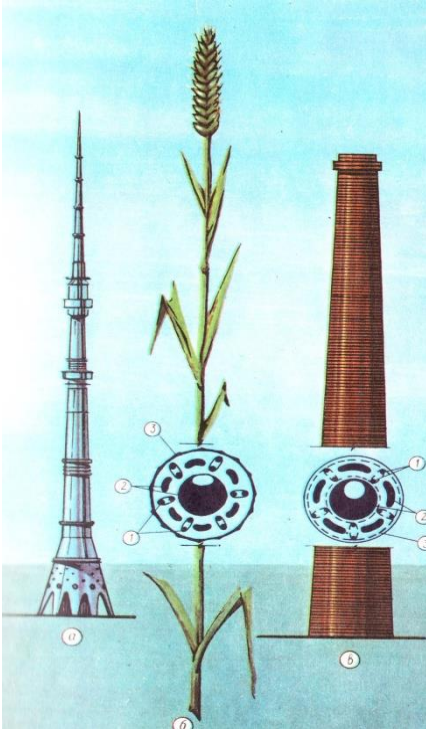
2. Одним з успіхів біоніки до теперішнього часу є розробка брудо- і водовідштовхуючих покриттів. Їх винайшли, використовуючи дослідження поверхні листка індійського лотосу, що майже не змочується водою за рахунок так званого ефекту лотоса (мал. 7.).



Мал.7.

3. Вивчаючи ріст стебла у висоту та формування крони, дослідники помітили, що крона дерева нагадує форму конуса – конусом вниз. Сам стовбур від кореня і до верхівки також має форму конуса, але конусом вгору. Тобто дерево має два конуси. Такий вигляд забезпечує протидію зовнішнім впливам, наприклад, вітру і тому створює умови для кращого освітлення кожного листочка сонцем. У багатьох країнах будують будинки за аналогією з формою крони дерева (мал.8).

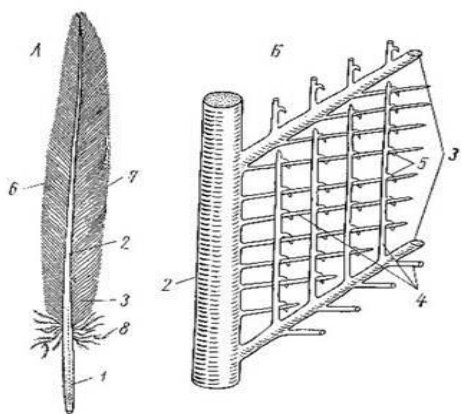
4. Стебла злакових рослин досить цікаві для біоніки тим, що будова соломини така, яка дозволяє їм постійно колихатися, а при великому вітрі нахилитися і знову виправлятися. Адже висота злаків у 200-300 разів більша за діаметр стебла. Таємниця збереження рослинами гнучкості та міцності знаходиться у будові стебла: меживузля порожнисті, а вузли заповнені тканинами. За принципом будови стебла злакових рослин і стовбура дерев у містах будують багатоповерхові будинки, які схожі на початки кукурудзи. Вони досить міцні і красиві зовні. На основі принципу будови гнучкого та міцного стебла бамбука також споруджують висотні споруди. Вони необхідні у місцевостях, де можливі поштовхи землі. Верхні поверхи можуть відхилитися на кілька десятків сантиметрів, зберігаючи при цьому стійкість.



мал.9.

5. Одним із вдалих прикладів біоніки є поширена «липучка», прототипом якої стали плоди лопуха справжнього, які чіплялись за шерсть собаки швейцарського інженера Жоржа де Местраля. Він помітив, що колючки міцніше тримаються за кошлату шерсть і виготовив на цьому принципі застібку. У 1955 році отримав патент за цей винахід. Сьогодні виробляється більше 50 млн метрів липучок за рік (мал.10,11).

Винахід застібки «блискавка» теж не обійшовся без живих організмів. Прототипом блискавки стало пташине перо, точніше, як борозни пера зчеплені між собою (мал. 10 а,11 а).



© picture from FRED-EXPERT.RU

Мал.11.а.

Мал.10 а.



Мал.11.

Мал.10.

6. Після знайомства з будовою квітки, нам стало відомо, що пелюстки можуть відкриватися і закриватися, захищаючи головні частини та утримуючи тепло. Для того, щоб зберегти тепло, пелюстки згортаються, але не повністю, утворюючи всередині ввігнуту поверхню. Промені, проникаючи в квітку, відбиваються від внутрішніх поверхонь пелюсток і концентруються на маточці. Такий принцип концентрації розсіяної енергії в одному напрямку, люди використовують у техніці. Це, наприклад, ввігнуте дзеркало – рефлектор, що концентрує світлові промені в одному напрямку. Такі рефлектори використовуються у медицині, кіноапаратурі та різних приладах.



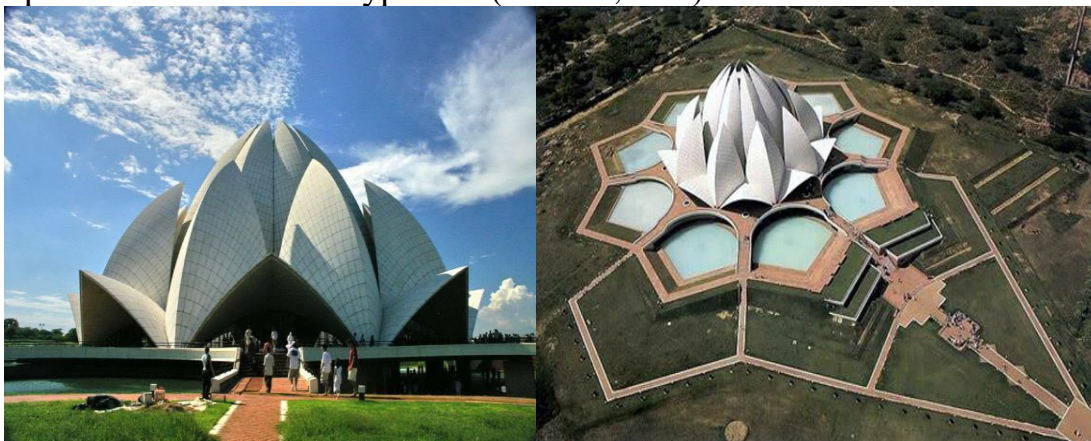
Мал.12

Особливості будови квіток використовують архітектори при проектуванні споруд.



мал.13. Вікторія регія.

Наприклад, храм Лотоса в Делі (Індія, 1986) має надзвичайно красивий вигляд й приваблює мільйони туристів (мал. 14, 14 а).



Мал.14, 14 а.

Розділ III. Біологія тварин і біоніка

1. На основі будови та переміщення у ґрунті дощового черв'яка, вченими були створені установки для буріння свердловин. Так, завдяки скороченню кільцевих м'язів передній кінець тіла стає тонким і досить ко проникає між частинками ґрунту. Коли скорочуються поздовжні м'язи, передній кінець потовщується, і таким чином розштовхує ґрунт, утворюючи при цьому нірку (мал.15,16).



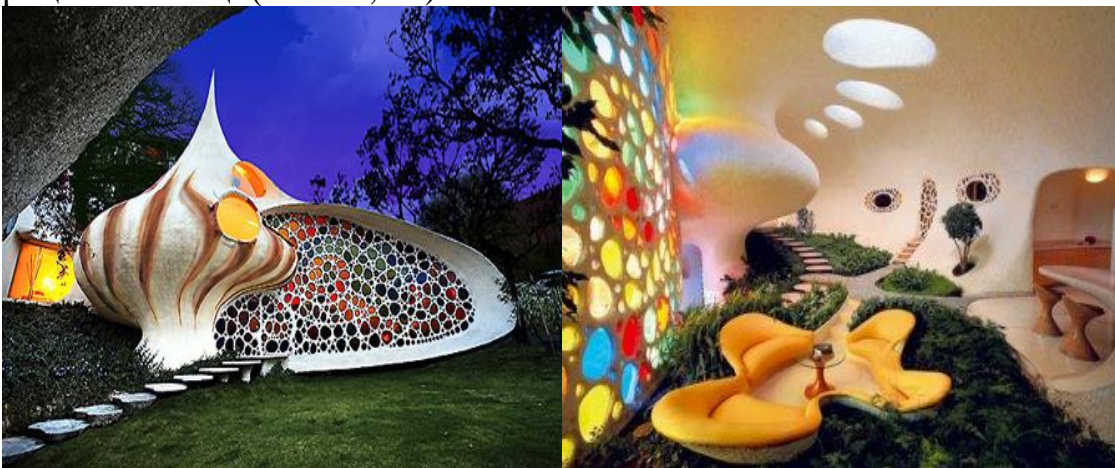
Мал.15,16.

2. Молюски також стали аналогами для біоніки. Придивившись до мушлі, конструктори віднайшли, що її форма зручна і може використовуватись при спорудженні різних будівель, виготовленні, посуду тощо (мал.17,18).



Мал.17,18.

У більшості слимаків мушля росте у формі логарифмічної спіралі. Мексиканський архітектор і дизайнер Хав'єр Сеносіан розробив проект будинку у вигляді черепашки наутилуса. Ця архітектурна споруда була побудована в 2006 році в Мексиці (мал.19, 20).



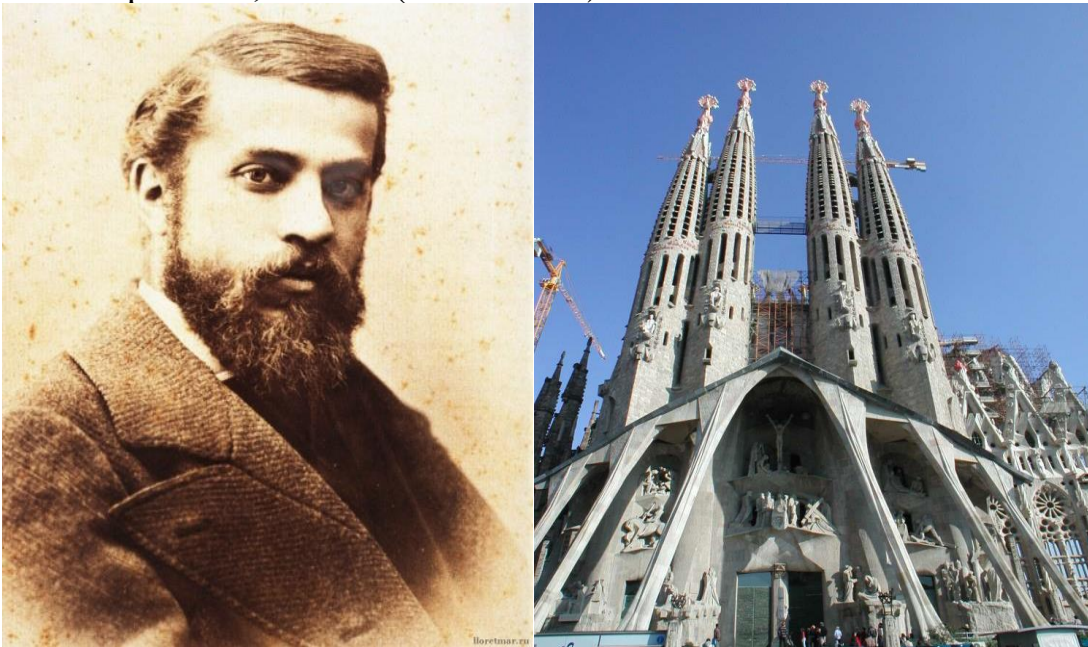
Мал.19, 20.

Оперний театр Сіднея був побудований у формі мушлі в 1973 році, визнаний архітектурним шедевром і візитною карткою Австралії. Дах театру має складну конструкцію, нагадує мушлі молюска, що перекриваються (мал. 21, 22).



Мал.21, 22.

2 А. Перші спроби використати природні форми в архітектурі зробив ще в 19 столітті Антоніо Гауді. Ці дивовижні витвори мистецтва можна побачити в місті Барселона, Іспанія (мал.23 – 30).



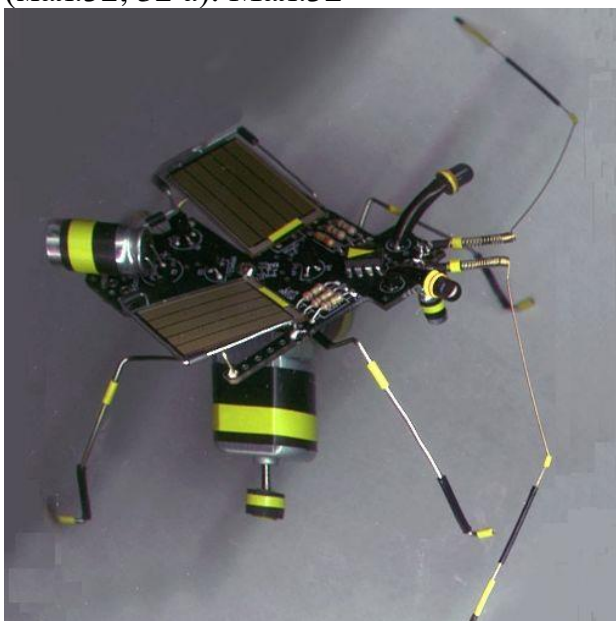
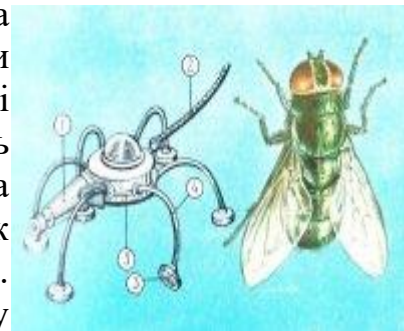


2 Б. Ще один приклад архітектурної біоніки – Пекінський Національний стадіон, що має назву «пташине гніздо». Корпус стадіону, обвитий міцними звивистими металічними прутами, нагадує гніздо як символ миру, затишку, нового життя (мал. 31).



Мал.31.

3. На основі будови кінцівок мухи вченими були створені крокуючі роботи, які відшукують на металевій поверхні дефекти. Чому саме муха була об'єктом для такого відкриття? Мабуть, тому, що на лапках у цих комах наявні різноманітні хеморецептори – мініатюрні біологічні датчики. Їх 4 типи: одні аналізують склад води, інші визначають наявність цукру, треті досліджують різні мінеральні солі, а останні вказують на наявність білкової їжі. Такі ж рецептори наявні і на хоботку ротового апарату. Завдяки всім цим рецепторам муха завжди знає, що у неї під ногами: якого хімічного складу рідина чи їжа, а можливо щось неістівне (мал.32, 32 а). Мал.32



Мал.32 а.

Також вчені з'ясували функцію жужелиць мух. Під час польоту вони визначають відхилення від горизонтального положення. На цьому принципі винайшли прилад гіротрон, що використовується в літаках для визначення кутового відхилення стабільності польоту (мал.33, 34).



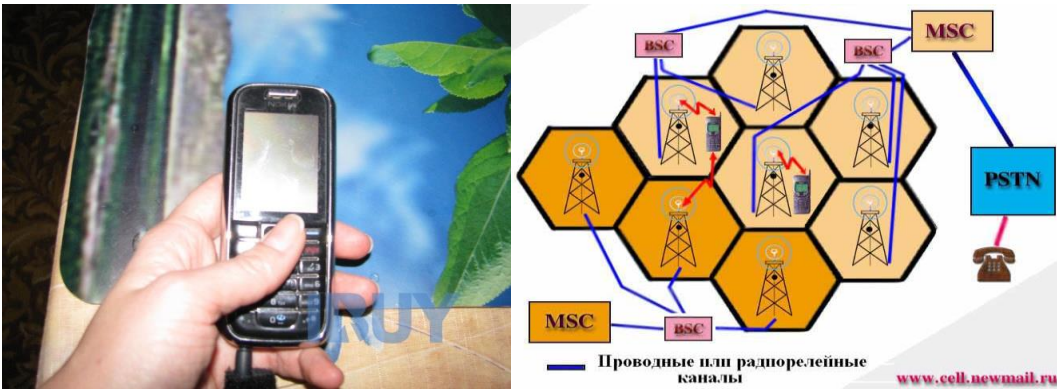
Мал.33, 34.

4. У природі в процесі еволюції збереглись найбільш досконалі у функціональному відношенні та найбільш економні за затратами матеріалу форми. Наприклад, бджолині стільники, найбільш економна об'ємна форма, елементом якої є шестигранна призма. Конструкція бджолиних стільників лягла в основу виготовлення панелей для будівництва, для покриття парників і теплиць (мал.35-37).



Мал.35-37.

Давайте згадаємо стільникові (сотіві) телефони. Основою стільникового зв'язку є власне стільник (сота), в центрі якої знаходиться базова станція. Сектора базових станцій схожі на бджолині стільники. Розміри соти стільникового зв'язку визначаються максимальною дальністю зв'язку телефону з базовою станцією, типом мережі, потужністю станції тощо (мал.38,39).

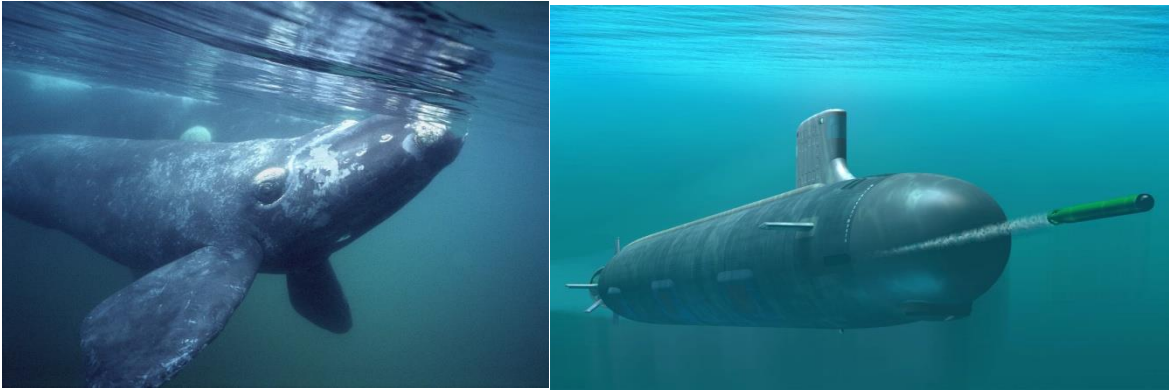


Мал.38,39.

5. Вивчення будови та форми тіла водних тварин, таких як риби та кити, допомогло побудувати та довести до досконалості нові апарати, які б відповідали принципам пропорційності в природі. Підводні човни та кораблі мають веретеноподібну обтічну форму тіла з необхідною пропорційністю довжини і ширини. Це сприяє зниженню протидії апарату у воді. Спостерігаючи за швидкістю плавання тунця та його стрімкими рухами у воді, на вантажних судах почали встановлювати горизонтальні стабілізатори як плавці у тунця, завдяки чому покращилось маневрування суден. А японські кораблебудівники носи своїх суден роблять схожими за формою на голови вусатих китів, і дотримуються також пропорцій тіла цієї морської тварини. Суднобудівники використовують не лише форму тіла риби чи кита, вони досягли успіхів у створенні пристосувань для байдарок та спортивних човнів. Адже тварини у воді коливаються всім тілом, і хвостом найбільше, неначе по тілу біжить хвиля. Вчені визначили, що хвилеподібний рух економічно вигідний, тому що відбувається мінімальна затрата енергії і досягається велика швидкість (мал.40,41).



Мал.40, 41.



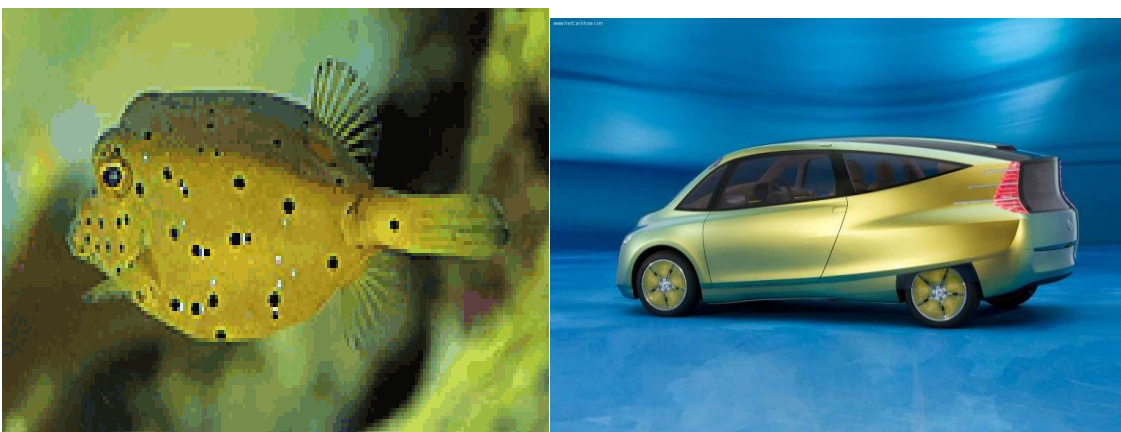
Мал.42, 43.

5 А. Реактивний рух, який використовується в літаках, космічних кораблях, властивий головоногим молюскам – кальмарам, каракатицям, восьминогам. Найбільший інтерес викликає реактивний рух кальмара, що має швидкість понад 70 км/год. (мал.44).



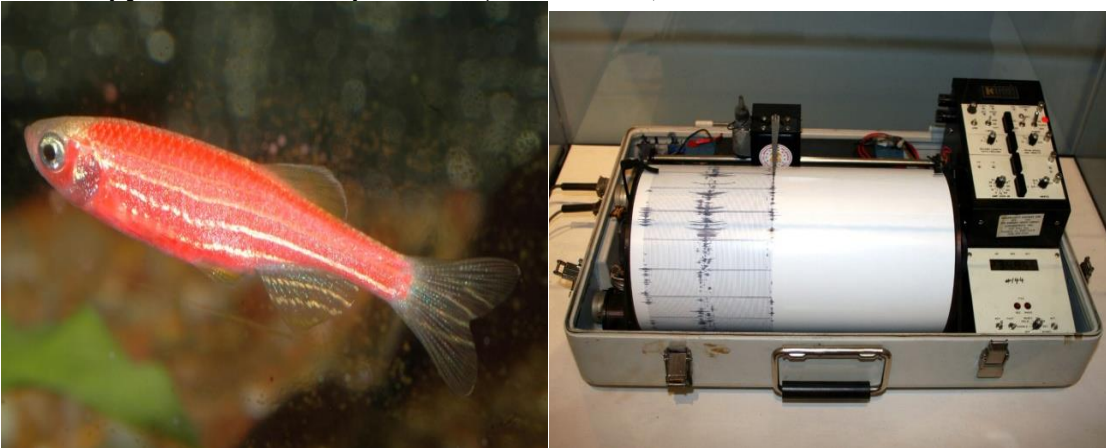
Мал.44.

5 Б. Сконструйовані також автомобілі, форма яких нагадує форму тіла риб. Прототипом автомобіля «Мерседес –біонік» стала тропічна рибка кузовок (мал.45,46).



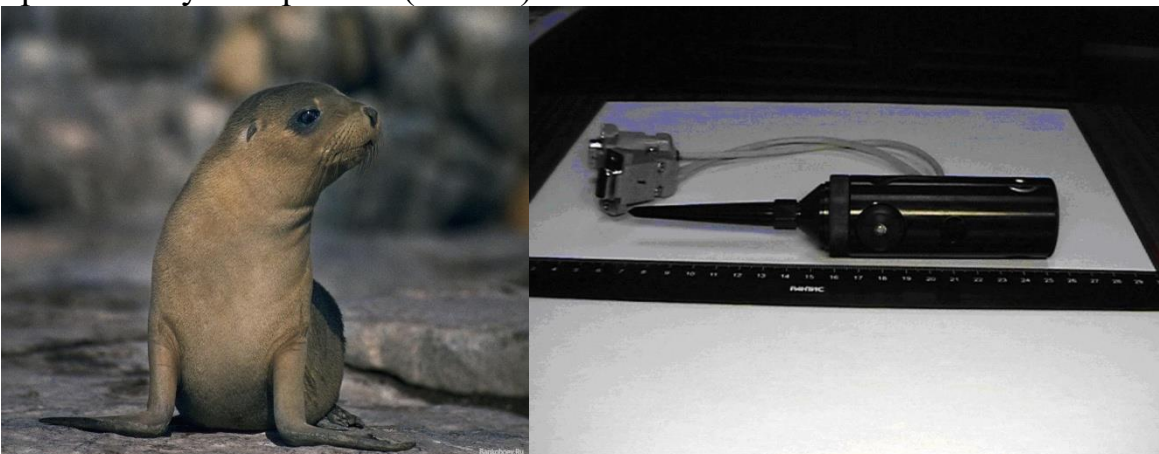
Мал. 45,46.

5 В. Вивчення бічної лінії риб також допомогло у створенні цікавого приладу. Бічна лінія має численну кількість електрорецепторів, завдяки яким риба сприймає напрямок течії, стан каламутності води та коливання хвилі, відбитої від різних предметів. Цими електрорецепторами риби сприймають зовнішнє електричне поле, низькочастотні коливання води та інфразвуки як провісників землетрусів. Тому люди прибережних зон знають, коли глибоководні риби плавають біля поверхні води, треба чекати землетрусу. Дослідники, вивчивши поведінку риб, створили прилад, що прогнозує землетруси – сейсмоприймач (мал.47, 48).



Мал.47, 48.

5 Г. Під час першої світової війни англійський флот ніс великі втрати через німецькі підводні човни. Потрібно було навчитись їх вистежувати. Для цього створили прилади – гідрофони. Але рух води створював шум, що блокував шум підводного човна. Фізик Роберт Вуд запропонував повчитися у тюленів, які добре чувають у воді. В результаті гідрофону надали форму вуха тюленя і проблема була вирішена (мал.49).



Мал.49.

6. Цікавими для біоніки є птахи відкритих водних просторів: альбатроси, фрегати, буревісники. Уміння ефективно керувати своїм польотом досить важливе для кожного птаха, але саме ці види уміло використовують переміщення повітряних потоків під час польотів. Раціональність польоту

полягає у мінімальній затраті сил при максимальній дальності польоту і максимальному використанню повітряних потоків. Авіаторів постійно приваблюють польоти птахів, тому створюючи планери, вони також використовують енергію руху повітряних мас, літаючи у повітрі без мотору. Тривалість польоту залежить від уміння планериста використовувати повітряні потоки.



Мал.50, 51.

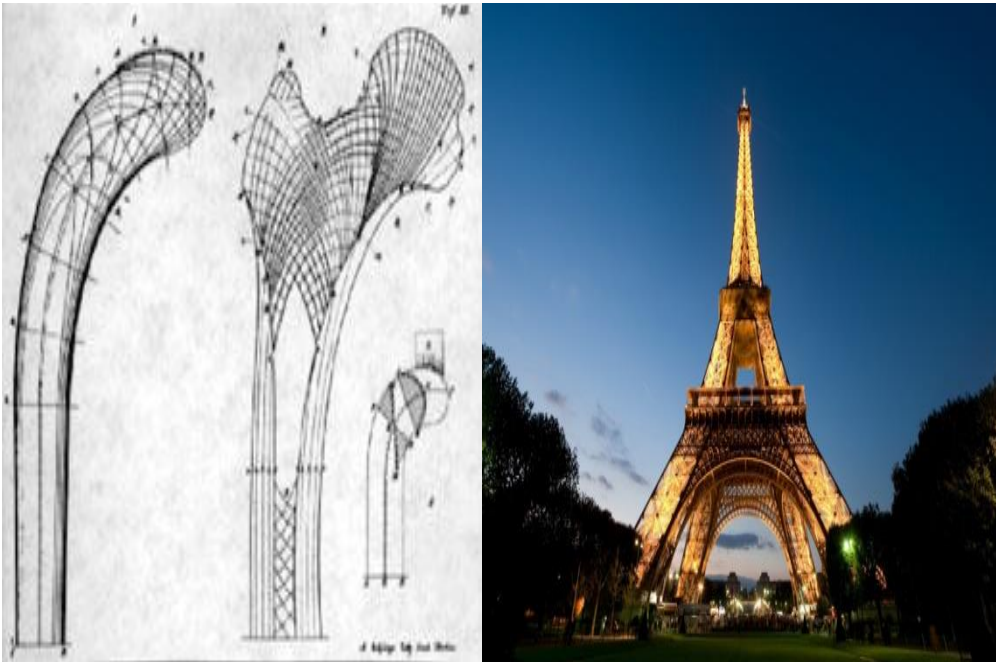
7. У кажанів досить розвинена система ехоорієнтування. Передатчиком є гортань, яка виробляє ультразвуки. Приймачем є слуховий апарат, налаштований на ту ж саму частоту. Від комахи, яку відчув кажан і якою він хоче поживитися, відбиваються звуки, уже змінені за силою або частотою, у залежності від виду комахи. Тварина точно визначає будову «запеленгованого» об'єкта та відстань до нього. На основі уміння кажанів сприймати ультразвуки у минулому столітті створено радіолокаційні станції. У простір посилається імпульс, який відбивається від об'єкта, що відшуковується, потім сприймається приймачем, і у вигляді сигналів виявляється на певному екрані (мал.52, 53).



Мал.52, 53.

8. До 100 річчя Великої французької революції в Парижі була організована всесвітня виставка. На території цієї виставки планувалось побудувати вежу, яка б символізувала велич французької революції та новітні досягнення в техніці. В кінці 19 ст. трьохсот метрова вежа за проектом Олександра Ейфеля вразила світ

ажурністю та красою й стала символом Парижа. Конструкція Ейфелевої вежі точно повторює будову стегнової кістки, що легко витримує вагу людини. Співпадають навіть кути між несучими поверхнями (мал.54, 55).



Мал.54, 55.

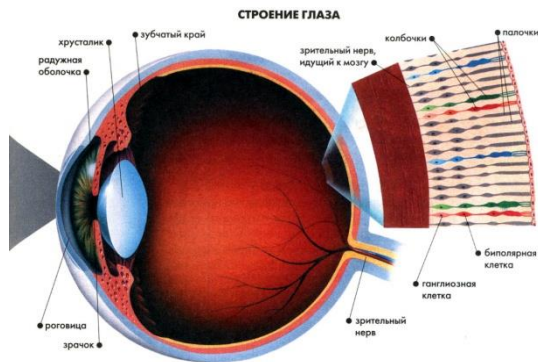
Розділ IV. Нейробіоніка

1. Чудове створіння природи – людська рука – давно привертала увагу вчених – конструкторів. Винайдено багато маніпуляторів, в яких у різних ступенях повторюються елементи конструкції руки. Найбільша схожість в активних протезах людської руки, які працюють під дією біопотенціалів, що виникають у м'язах передпліччя (мал.56,57).



Мал.56,57.

2. Із органів чуття людини та тварин найбільший інтерес являють очі. Фотографічний апарат являю собою технічний аналог ока, в якому об'єктив заміняє кришталік, діафрагма – оболонку веселки, а світлочутлива плівка – сітківку. В біоніці вже існує модель ока жаби, на основі якої розроблені автомати для сортування листів на пошті, а також інші пристрої, які дозволяють з електронною швидкістю розрізняти різні візуальні документи (мал.58, 59).



Мал. 58, 59.

3. Основними напрямками нейробіоніки є вивчення фізіології нервової системи людини та тварин й моделювання нервових клітин і нервових зв'язків. Це дає можливість ученим вдосконалювати електронні технології та створити штучний інтелект.

Живі організми, і в першу чергу мозок людини, як орган вищої нервової системи і діяльності людини, становить одну з найскладніших проблем біоніки. Конструкцію рахувальної машини можна співставити з мозком людини. Порівнюючи компактність біологічного монтажу з технічним, академік В. В. Парін наводить цікавий розрахунок: технічний аналог мозку людини при використанні сучасних напівпровідникових деталей мав би об'єм башні з основою в плані 10×10 м, висотою 100 м. А головний мозок людини займає об'єм $1,5 \text{ дм}^3$ і містить 10-15 млрд нейронів. Це є вершина еволюції (мал.60). У сучасній техніці при всій її вдосконаленості, надійність роботи машин поки що не може конкурувати з надійністю роботи мозку, тому що нервова система вищих організмів має наступні переваги:

- гнучке сприйняття зовнішньої інформації, незалежно від форми, в якій вона надходить (колір, почерк, шрифт тощо);
- висока надійність (технічні системи виходять з ладу, коли якась деталь ламається, а мозок зберігає функції навіть при загибелі тисяч клітин);
- економічне використання енергії;
- високий ступінь саморегуляції (швидке пристосування до нових ситуацій, до зміни програми діяльності).



Мал.60.

Біоніка майбутнього.

А) Місто-кипарис:

У Китаї планують побудувати місто-башту на 100 тис. осіб. Ця унікальна споруда, що імітує природні конструкції (дерево кипарис), має бути створена на основі новітніх технологій та зможе протистояти самим потужним природним впливам. Спираюсь на постулати біоніки, архітектори приступили до розробки нового типу споруд, які не схожі на все те, що людство побудувало до цих пір. Місто-кипарис - це 300-поверхова споруда висотою 1228 м, загальною площею 2 млн. м². В ньому повинні працювати 400 горизонтальних й вертикальних ліфтів, швидкість яких – 15 м/сек, тобто з першого на останній поверх можна буде піднятися за 2 хвилини. Місто будуватимуть на штучному острові посеред штучного озера. Діаметр острова – 1 км. Озеро буде амортизатором сейсмічних поштовхів й коливань (мал.61,62).

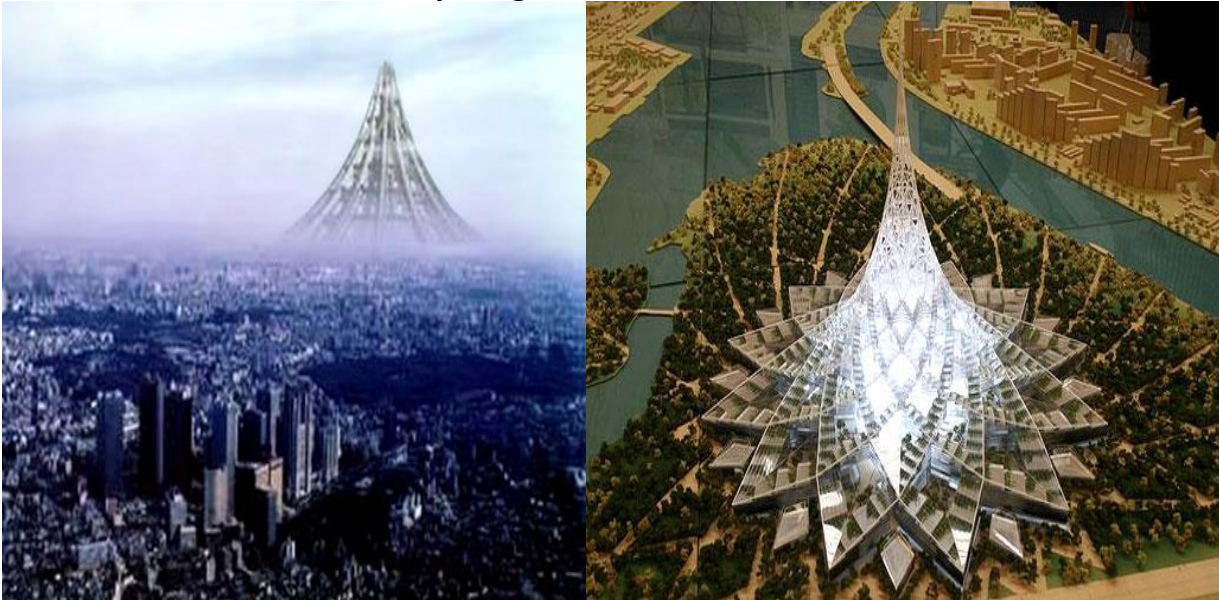


Мал.61,62.

Б) Японці планують побудувати місто-будинок висотою 4 км на 800 поверхів. X-Seed 4000 буде вміщувати від 700 000 до 1 млн жителів. Ширина будівлі у основі становитиме 6 км. Проект розробляється для столиці Японії як будинок майбутнього, де буде суміщене ультрасучасне життя та взаємодія з природою.

Його конструкція передбачає використання сонячної енергії для енергозабезпечення всієї системи, підтримання мікроклімату в споруді. Ліфти розраховані на 200 пасажирів й прибувають на верхній поверх за 30 хвилин (мал.63,64).

Чи будуть реалізовані ці проекти в життя? Поживемо – побачимо... хоча вони й здаються сьогодні дуже фантастичними...



Мал.63, 64.

Висновок:

В останнє десятиліття біоніка отримала значний імпульс до нового розвитку. Це пов'язано з тим, що сучасні технології переходять на гіга- і нанорівень і дозволяють копіювати мініатюрні природні конструкції з не бувалою раніше точністю. Сучасна біоніка в основному пов'язана з розробкою нових матеріалів, які копіюють природні аналоги, робототехнікою і штучними органами.

Завершуючи розповідь про досягнення біоніки (далеко не всі), необхідно пам'ятати, що жива природа – геніальний конструктор, інженер, технолог, будівельник, найкращий метеоролог. У ході еволюційного розвитку в організмах сформувались тонкі органи чуття, досконалі механізми обміну речовин, перетворювачі енергії та інформації. Ці біологічні інженерні системи природи функціонують точно, надійно та економно, відрізняються різкою цілеспрямованістю та гармонійністю дій.

Яку б задачу ми не вирішували, який механізм не розробляли, обов'язково вже є аналогічне творіння універсальної майстерні – природи. В більшості випадків вони перевершують все те, що винайдено до сьогодні інженерною майстерністю людини.

Хоча треба визнати, що те, над чим працювала природа мільярди років, людина створила за набагато коротший період існування розвиненої

матеріальної культури. Тому майбутні винахідники повинні брати у природи аналоги й прототипи своїх рішень

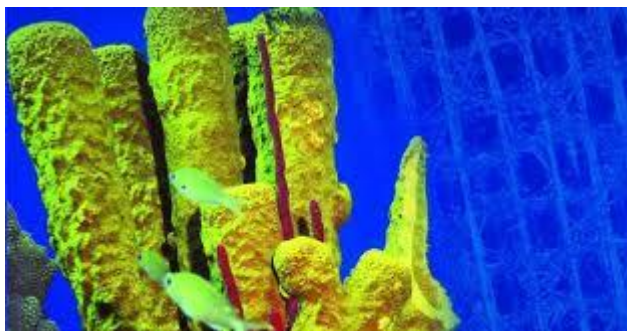
Розділ V. Дайджест сучасних відкриттів у біоніці.

Біоніка – це прикладна наука про використання форм, конструкцій, принципів і технологічних процесів у техніці, архітектурі та дизайні. Наука біоніка поєднує в собі біологію і техніку. Так, сучасна біоніка багато в чому пов'язана з розробкою нових матеріалів, які копіюють природні. Той же кевлар з'явився завдяки спільній роботі біологів-генетиків і інженерів, фахівців з матеріалами. На цей час деякі вчені намагаються знайти аналоги органів людського тіла, щоб створити, наприклад, штучне вухо (воно вже надійшло в продаж в США) або штучне око (на стадії розробки).

Скелет глибоководних губок

Інші розробники концентруються на вивченні природних організмів, зокрема дослідники з Bell Labs, структурного підрозділу корпорації Lucent Technologies, виявили, що в глибоководних морських губках роду *Euplectellas* міститься високоякісне оптоволоконно, за властивостями дуже близьке до найсучасніших зразків волокон, що використовуються в телекомунікаційних мережах. Більш того, дослідники вважають, що за деякими параметрами природне оптоволоконно може виявитися краще за штучне.

Відповідно до загальноприйнятої сьогодні класифікації, губки утворюють самостійний тип примітивних безхребетних тварин. Вони ведуть абсолютно нерухомий спосіб життя. Губка роду *Euplectella* мешкає в тропічних морях. Вона в довжину досягає розмірів 15-20 см. Її внутрішній каркас сітчастої форми утворює циліндричні стрижні з прозорого діоксиду кремнію. У підставці губки міститься пучок волокон, який за формою схожий на своєрідну корону. Довжина цих волокон - від 5 до 18 см, товщина - як у волосини людини. В ході досліджень цих волокон з'ясувалося, що вони складаються з декількох чітко виділених концентричних шарів з різними оптичними властивостями. Центральна частина циліндра складається з чистого діоксиду кремнію, а навколо неї розташовані циліндри, у складі яких помітна кількість органіки (мал.65).



Мал.65. Морські губки.

Учені були вражені тим, наскільки близькими виявилися структури природних оптичних волокон з тими зразками, що розроблялися в лабораторіях протягом багатьох років. Хоча прозорість у центральній частині волокна дещо нижча, ніж у кращих штучних зразків, природні волокна виявилися стійкішими до механічних впливів, особливо при розривах і вигинах. Саме ці механічні властивості роблять уразливими оптичні мережі передачі інформації - при утворенні тріщин або розривів оптоволоконно доводиться замінювати, а це дуже дорога операція. Вчені з Bell Labs наводять наступний факт, що демонструє надзвичайно високу міцність і гнучкість природних оптоволокон, - їх можна зав'язувати у вузол, і при цьому вони не втрачають своїх оптичних властивостей. Такі дії зі штучним оптоволоконном неминуче приведуть до поломки або, принаймні, до утворення внутрішніх тріщин, що в кінцевому підсумку також означає втрату функціональних властивостей матеріалу.

Учені поки не знають, яким чином можна відтворити в лабораторії подібне творіння природи. Справа в тому, що сучасне оптоволоконно отримують у печах з розплавів при дуже високій температурі. А морські губки, природно, в ході розвитку синтезують його шляхом хімічного осадження при температурі морської води. Якщо вдасться змоделювати цей процес, він буде, крім усього іншого, ще й економічно вигідним.

За результатами тестів виявилось, що матеріал із скелета цих 20-ти сантиметрових губок може пропускати цифровий сигнал не гірше, ніж сучасні комунікаційні кабелі, при цьому природне оптоволоконно значно міцніше штучного наявністю органічної оболонки. Друга особливість, яка здивувала вчених, - це можливість формування подібної речовини при температурі близько нуля градусів за Цельсієм, у той час як на заводах Lucent для цих цілей використовується високотемпературна обробка. Тепер вчені думають над тим, як збільшити довжину нового матеріалу, оскільки скелети морських губок не перевищують 15 см.

Зграї термітів, на благо суспільства

Крім розробки нових матеріалів, вчені постійно повідомляють про технологічні відкриття, які базуються на «інтелектуальному потенціалі» природи. Наприклад, у жовтні 2003 року в дослідницькому центрі Xerox в Пало Альто розробили нову технологію подання механізму для копіїв і принтерів. У пристрої AirJet розробники скопіювали поведінку зграї термітів (мал.66), де кожен терміт приймає незалежні рішення, але при цьому зграя рухається до спільної мети, наприклад, побудови гнізда.



Мал.66. Згряя термітів.

Сконструйована в Пало Альто друкована схема оснащена безліччю повітряних сопел, кожне з яких діє незалежно, без команд центрального процесора, однак, водночас вони сприяють виконанню загального завдання - просування паперу. У пристрої відсутні рухомі частини, що дозволяє здешевити виробництво. Кожна друкована схема містить 144 набору по 4 сопла, спрямованих в різні боки, а також 32 тис. оптичних сенсорів і мікроконтролерів.

Дослідження живої підземної машини

Кріт – жива підземна машина (мал.67), що залишає за собою чистий тунель з гладкими стінами. Інженер Олександр Требльов досліджував роботу кротів. У ящик із землею він запускав крота і просвічував ящик рентгенівськими променями. Виявилось, що кріт увесь час крутить головою, вдавлюючи при цьому ґрунт у стінки тунелю. Група винахідників отримала авторське свідоцтво на «штучного крота». На передній частині машини розміщений ріжучий конус. Він не лише ріже ґрунт, але й, подібно голові крота, розгойдується, вдавлюючи частинки землі у стінки тунелю.



Мал.67. Кріт – жива підземна машина.

Дослідження біоніками щурів

Нас оточує величезна кількість запахів. Проте ми вловлюємо лише незначну частину. Доведено, що найкраще розвинений орган нюху у щурів (мал. 68). Адже з ними велася і ведеться вже багатовікова боротьба, а ці тварини все одно виживають. Вважають, що щурі відчують невелику концентрацію хімічної речовини. Вони за запахом знаходять собі їжу, визначають їстівна вона чи ні, за запахом повертаються до свого житла, визначають своїх та чужих. Адже для них і для багатьох інших тварин, запах – це їхня мова. Якби вдалося розкрити таємницю високої чутливості органу нюху у щурів, можна було б сконструювати запаховловлювач-індикатор. З його допомогою вдалося б покращити контроль технологічного процесу приготування харчових продуктів, дегустацію, якість готової продукції. Таких приладів потребують мисливці та єгері для визначення виду тварин та орієнтації місця їх перебування, криміналістики для ефективного ведення розслідування.



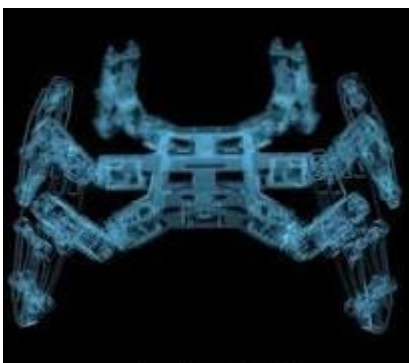
Мал. 68. Щур чорний.

Бігають і стрибають роботи

Але найвідданіші адепти біоніки - це інженери, які займаються конструюванням роботів. Сьогодні серед розробників вельми популярна точка зору, що в майбутньому роботи зможуть ефективно діяти тільки в тому випадку, якщо вони будуть максимально схожими на людей. Вчені й інженери виходять з того, що їм доведеться функціонувати в міських і домашніх умовах, тобто в «людському» інтер'єрі - з драбинами, дверима і іншими перешкодами специфічного розміру. Тому, як мінімум, вони повинні відповідати людині за розміром і за принципами пересування. Іншими словами, у робота обов'язково повинні бути ноги (колеса, гусениці та інше не підходить для міста). Але у кого копіювати конструкцію ніг? Напевно у тварин...

У напрямку створення прямоходячих двоногих роботів найдалі просунулися вчені зі Стенфордського університету. Вони вже майже три роки експериментують з мініатюрним шестиногим роботом, гексаподом, побудованим за результатами вивчення системи пересування таргана (мал.69).

Перший гексапод був сконструйований 25 січня 2000 року. Зараз конструкція бігає дуже спритно - зі швидкістю 55 см (більше трьох власних довжин) в секунду - і так само успішно долає перешкоди.



Мал.69. Гексапод.

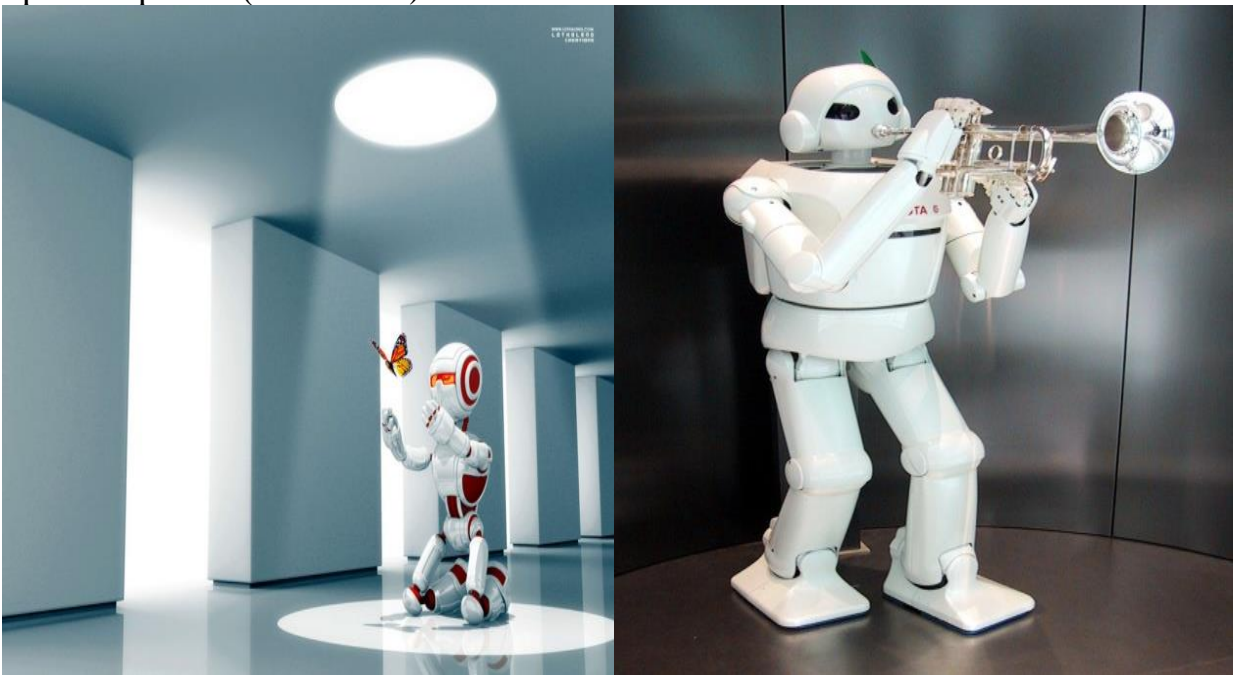
У Стенфорді так само розроблений одноногий стрибаючий монопод (мал. 70) людського зросту, який здатний утримувати нестійку рівновагу, постійно

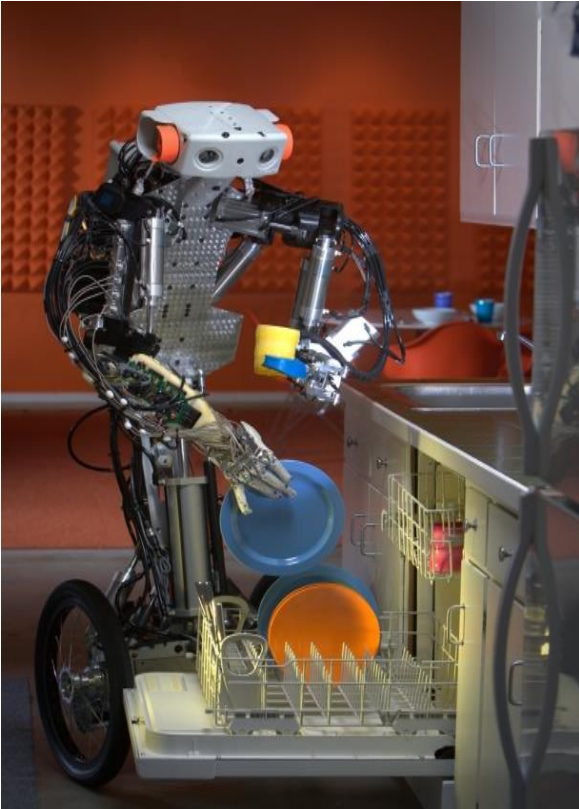
стрибаючи. Як відомо, людина переміщується шляхом «падіння» з однієї ноги на іншу і більшу частину часу проводить на одній нозі. У перспективі вчені з Стенфорда сподіваються створити двоногого робота з людською системою ходьби.



Мал.70. Стрибаючий монопод.

Хоча сьогодні різноманіття створених вченими роботів зі штучним інтелектом просто вражає (мал.71-77):







Отже, концепція біоніки аж ніяк не нова. Наприклад, ще 3000 років тому китайці намагалися перейняти у комах спосіб виготовлення шовку. Але в кінці ХХ століття біоніка отримала друге дихання, сучасні технології дозволяють копіювати мініатюрні природні конструкції з небувалою раніше точністю. Так, кілька років тому, вчені змогли проаналізувати ДНК павуків і створити штучний аналог шовковидної павутини - кевлар.

В останнє десятиліття біоніка отримала значний імпульс до нового розвитку. Це пов'язано з тим, що сучасні технології переходять на гіга- і нанорівень і дозволяють копіювати мініатюрні природні конструкції з небувалою раніше точністю. Сучасна біоніка в основному пов'язана з розробкою нових матеріалів, які копіюють природні аналоги, робототехнікою і штучними органами.

Природа відкриває перед інженерами і вченими нескінченні можливості по запозиченню технологій та ідей. Раніше люди були не здатні побачити те, що знаходиться у них буквально поруч, але сучасні технічні засоби і комп'ютерне моделювання допомагає хоч трохи розібратися в тому, як влаштований навколишній світ, і спробувати скопіювати з нього деякі деталі для власних потреб.

Розділ III. Методичні розробки уроків біології, природознавства з елементами біоніки

Громова Т.В., учителька природознавства, біології і екології Черкаської спеціалізованої школи I-III ступенів №33 ім. В. Симоненка Черкаської міської ради Черкаської області, учитель-методист

Тема інтегрованого уроку: Землетруси

(6 клас НУШ географія +»Пізнаємо природу«)

Мета уроку:

- поглибити і систематизувати знання про рухи літосферних плит та їх наслідки;
- формувати знання про внутрішні процеси Землі;
- формувати вміння розпізнавати передвісників землетрусів та як діяти під час землетрусів.

- **Формування ключових компетентностей:**

- **Спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами:** усно й письмово тлумачити біологічні поняття, факти, явища, закони, теорії; описувати (усно чи письмово) експеримент, послуговуючись багатим арсеналом мовленнєвих засобів — термінами, поняттями тощо; обговорювати проблеми біологічного змісту.
- **Математична компетентність:** застосовувати математичні методи для розв'язання біологічних проблем, розуміти й використовувати математичні моделі природних явищ і процесів.
- **Основні компетентності у природничих науках, техніці і технологіях:** пояснювати явища в живій природі, використовуючи наукове мислення; самостійно чи в групі досліджувати живу природу, аналізувати й визначати проблеми довкілля; оцінювати значення біології для сталого розвитку.
- **Інформаційно-цифрова компетентність:** використовувати сучасні цифрові технології та пристрої для спостереження за довкіллям, явищами й процесами живої природи; шукати, обробляти та зберігати інформацію біологічного характеру, критично оцінюючи її.
- **Уміння вчитися впродовж життя:** організовувати й оцінювати свою навчально-пізнавальну діяльність, зокрема самостійно чи в групі планувати й проводити спостереження та експеримент, ставити перед собою цілі й досягати їх, вибудовувати власну траєкторію розвитку впродовж життя.

Обладнання уроку: атласи, схеми, підручники, фізична карта півкуль, картинки, що демонструють різні зовнішні процеси, шкала сили землетрусів, ноутбук, проектор.

Тип уроку: комбінований

Хід уроку

I. Організаційний момент

Правила роботи на уроці:

1. Мати гарний настрій.
2. Бути чемним та поважати один одного.
3. Вміти вислухати відповідь однокласника.
4. Працювати уважно.
5. Допомогати один одному.
6. Дарувати позитивний настрій.

II. Актуалізація опорних знань. (У вигляді прес-конференції – це різновид індивідуального опитування. Але в ролі опитуваних виступають самі учні. Вони заздалегідь складають питання з теми. Під час уроку один учень буде грати роль респондента. Решта виступають в ролі журналістів і опитують учня).

- Що таке літосфера?
- Що таке літосферні плити?
- Що таке рифти?
- Які ви знаєте рухи літосферних плит?
- Що таке середньо-океанічні хребти?
- Скільки ви знаєте літосферних плит? Перелічіть їх.
- Вчені вважають, що колись утворився єдиний материк, який мав назву ...
- А потім цей материк розколовся на дві частини, які називались ...

III. Мотивація навчальної та пізнавальної діяльності

Вчитель географії: Сьогодні ми поговоримо про одне явище, наслідки якого можна описати таким чином: це не війна але загинули десятки тисяч людей; це не бій, але зруйновані тисячі будинків; це не битва, але знищено багато техніки - десятки кілометрів автомобільних доріг і залізниць виведені з ладу. Про що ж ми сьогодні будемо говорити?

- Правильно, про землетруси.

IV. Вивчення нового матеріалу

Вчитель географії:

Землетруси - це підземні поштовхи й коливання земної поверхні. Від осередку в усі боки поширюється потужна сейсмічна хвиля.

Землетрус – це не нове для людства лихо. Люди завжди намагалися за різними природними ознаками передбачити подібне.

Але хто і коли винайшов перший сейсмограф і як він виглядав?

Вчитель інтегрованого курсу «Пізнаємо природу»:

Приблизно в 130 році нашої ери головний астролог Китаю Чжан Хен розробив перший у світі сейсмограф для реєстрації землетрусів. Це була масивна бронзова посудина діаметром близько двох метрів, зовні якої по колу кріпилось вісім мініатюрних голів дракона (по кількості сторін світу) зі стиснутими в пащі металевими кульками. Навпроти кожного дракона внизу знаходилась бронзова жаба з широко відкритим ротом. Механізм, прихований всередині посудини, чуйно реагував на коливання ґрунту і визначав напрямок, звідки вони йшли. Так, наприклад, якщо землетрус відбувався на сході від місця, де знаходився прилад, тоді кулька звільнялась з пащі західної голови дракона. Вона з дзенькотом падала в розкритий рот бронзової жаби.



Вчитель географії:

Вимірювання сили землетрусів та їх прогнозування

Для оцінювання інтенсивності землетрусів користуються дванадцяти бальною шкалою (шкала Ріхтера).

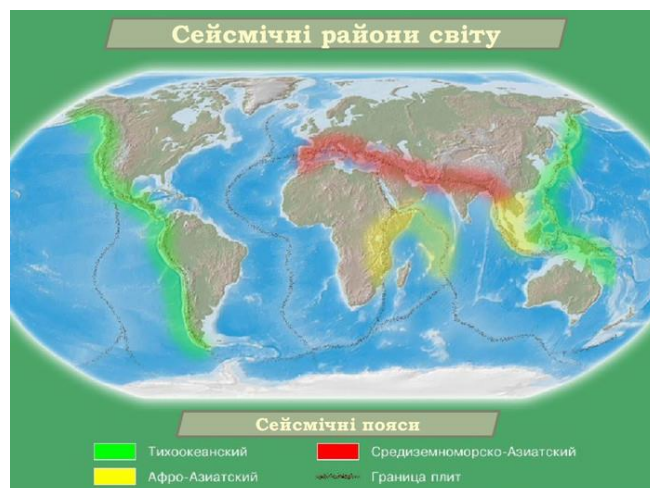
ШКАЛА СИЛИ ЗЕМЛЕТРУСІВ

Сила землетрусів у балах	Характеристика землетрусів	Зовнішні вияви землетрусів
1–3	Слабкі	Відчутні для деяких тварин (риб, собак, котів, коней, ведмедів). Людина відчуває їх слабо
4–5	Відчутні	Добре відчутні в приміщеннях. Б'ється або дзвенить посуд, тріскають шибки у вікнах. Надворі майже не відчутні
6–7	Сильні	Руйнуються старі будівлі. Зміщуються важкі меблі. Обсипається штукатурка
8	Руйнівні	Падають фабричні димарі, частково руйнуються кам'яні будівлі. Зміщується рівень води в криницях
9	Спустошливі	Руйнується більшість споруд. Розриваються підземні трубопроводи. Утворюються великі тріщини на земній поверхні
10	Знищувальні	Викривляються залізничні рейки. З'являється безліч тріщин на поверхні. Вода водою затоплює береги
11	Катастрофічні	Завалюються мости. З'являються широкі тріщини на поверхні. Підземні трубопроводи і всі будинки руйнуються
12	Дуже катастрофічні	Предмети підкидаються у повітря. На поверхні Землі утворюються хвилі. Дуже змінюється рельєф місцевості

З найбільш руйнівними землетрусами можна ознайомитися за QR-кодом.



Робота з картою світу. Де найчастіше трусить Землю? Яка закономірність помітна у розташуванні землетрусів?



Сейсмологія — наука, що вивчає землетруси, встановлює їхні причини, зв'язок з тектонічними процесами, можливість прогнозування. Сейсмограф — прилад для автоматичного запису коливань земної поверхні, зумовлених сейсмічними хвилями. Передбачити наближення землетрусів дуже важко. Для вивчення цього явища природи будують сейсмічні станції, що розташовані

глибоко під землею, в шахтах. Високочутливі прилади цих станцій — сейсмографи фіксують найменші коливання земної кори.

Вчитель природознавства: Тварини – передвісники землетрусів

Останніми роками досить активно вивчаються біологічні провісники землетрусів. Так, перед землетрусом крокодили вилазять на поверхню з води і залишаються на березі, поки не припиняться підземні поштовхи.

До живих сейсмографів зараховують і папуг. За дві години до підземного поштовху домашні папуги починають виявляти ознаки сильного занепокоєння і хвилювання, безперервно і голосно кричать.

Серед тварин, що завбачають землетруси, особливою чутливістю наділені змії. Часто вони першими з наземних тварин відчують лихо. Отже, вони дізнаються про це з ледь відчутних підземних поштовхів та вібрації землі. Помічено, що перед землетрусом собаки виють і гавкають, коти занепокоєно нявчать, корови мукають, коні рвуться з припонів. Птахи – голуби, ластівки, горобці також поведуться неспокійно і завчасно залишають свої пристанища.

Серед провісників землетрусів є деякі риби. Відомий такий факт: у 1783 році перед землетрусом на острові Сицилія багато риб сплигло на поверхню моря. Велика кількість випадків, коли мешканці морських глибин з'являються на мілководді біля берегів, дала вченим підстави вважати, що це далеко не випадкове явище. Вони вбачають у цьому біологічну закономірність природи, таємниці якої залишаються досі нерозкритими і чекають свого пояснення.

У багатьох оселях Японії, де землетруси звичне явище, розводять акваріумних рибок, які за декілька годин до початку землетрусу починають метушитись по акваріуму.

З-поміж численних тварин, що мають невідомі нам механізми для прогнозування штормів, учені-біоніки в ролі першого піддослідного об'єкта вибрали медузу. Вона, за численними спостереженнями, задовго до наближення шторму поспішає покинути літоральну зону і переміститись у безпечні місця.

Як же така проста тварина, як медуза, за багато годин дізнається про наближення шторму? Виявляється, в медузи є інфравухо. Воно дає їй змогу вловлювати недоступні для людського вуха інфразвукові коливання (частотою 8-13 Гц), які добре поширюються у воді і надходять за 10-15 годин до шторму.

Інфравухо медузи — це стебельце, розширене на кінці. У цьому розширенні, схожому на колбу і наповненому рідиною, плавають камінчики, які спираються на закінчення нерву. Рідина в колбочці коливається з певною частотою. Частота коливань рідини в колбочці і частота коливань води в океані різні. При наближенні шторму частота коливань води в океані змінюється, і в певний момент часу частоти коливань рідини в колбочці та води в океані збігаються. Настає резонанс: амплітуда коливання рідини в колбочці

збільшується, внаслідок чого камінчики приводяться в рух і подразнюють нервові закінчення. При цьому збудження передається в нервовий центр. Так медуза дізнається про наближення шторму і спішить переміститись у відкрите море, щоб не бути викинутою на берег чи розбитою об скелі.

Використовуючи принцип дії «вуха» медузи, співробітники кафедри біофізики МДУ імені М.В. Ломоносова створили автоматичний прилад — завбачник бурі. Апарат імітує «вухо» медузи, має рупор для вловлювання коливань повітря частотою 10 Гц, резонатор, який пропускає саме ці частоти і відсіває випадкові, п'єзодатчик для перетворення прийнятих сигналів в імпульси електричного струму, підсилювач і вимірювальний прилад. За допомогою цього апарата тепер можна дізнаватися про наближення шторму за 15 годин.

Оселедцевий король(Риба-весло). Ці риби можуть досягати понад 5 метрів в довжину, виглядають як величезні живі стрічки, мають страшну, але нешкідливу морду, і живуть так глибоко, що люди майже нічого не знають про них. Близько 20 оселедцевих королів вимило на берег Японії перед руйнівним землетрусом 2011 року. Ще більше риб-ременив знайшли на японському узбережжі напередодні сильних підземних поштовхів у Чилі і Тайвані в 2010 році. Оселедцеві королі живуть на глибині сотень метрів і дуже чутливі до глибоководних струсів. (Перегляд відео <https://www.youtube.com/watch?v=YwaQLm8mFIM&t=15s> – «Риба весло»).

Вивчення бічної лінії риб також допомогло створенню цікавого приладу. Бічна лінія має численну кількість електрорецепторів, завдяки яким риба сприймає напрям течії, стан каламутності води та коливання хвилі, відбитої від різних предметів. Цими електрорецепторами риби сприймають зовнішнє електричне поле, низькочастотні коливання води та інфразвуки як провідників землетрусів. Тому люди прибережних зон знають, коли глибоководні риби плавають біля поверхні води, треба чекати землетрусу. Таким чином, учені-біоніки, вивчивши поведінку риб, створили прилад, що прогнозує землетруси – **сейсмоприймач**.

<https://www.youtube.com/watch?v=kb9X3Z7JDVA>- сейсмограф.

Сейсмичні станції накопичують інформацію про землетруси, вибухи метеоритів, падіння літаків, грозові розряди та магнітні бурі. Найбільша станція спостереження знаходиться у Житомирській області (7 пунктів), а також ще шість в інших регіонах. Це «Балта» (Одеська область), «Кам'янець-Подільський» (Хмельницька область), «Ужгород» і «Київ».

V. Закріплення вивчених знань у вигляді кросворду.



<https://learningapps.org/watch?v=paoznvh2k23>

Вулканізм. Землетруси



VI. Підсумок уроку.

Рефлексія. Заповніть анкету і зробіть самоаналіз уроку.

- 1. На уроці я працював (ла) _____
- 2. Своєю роботою на уроці я _____
- 3. Урок для мене був _____
- 4. За урок я _____
- 5. Мій настрій _____
- 6. Матеріал уроку мені був _____
- 7. Усім бажаю _____

VII. Домашнє завдання. Опрацювати відповідний параграф.

Скласти пам'ятку «ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ ПІД ЧАС ЗЕМЛЕТРУСУ».

Переглянути відеоурок <https://www.youtube.com/watch?v=Gxv58E0I2kM>

Цікава інформація. Японський учений Мотодзі Ікея провів глибокий аналіз природних передвісників землетрусів. Він описав, як реагували різні тварини перед землетрусом у Кобе (1995 р.). У лабораторних дослідженнях він підтвердив, що більшість випадків незвичної поведінки тварин перед землетрусом можна розглядати як їхню реакцію на ЕМ-хвилі. Китайські ж дослідники помітили, що дрібні тварини починають незвично поводитися перед

землетрусом раніше, а великі - пізніше й ближче до епіцентру, осередку землетрусу. Кішки вилазили на дерева, кури злітали на дахи, свині намагалися видертися на стіни, коні й корови спиналися на задні кінцівки перед землетрусами. Тварини явно намагалися мінімізувати контакт із землею. Очевидно, якийсь вплив, що викликає дискомфорт, найбільш інтенсивно давався ознаки саме на рівні землі.

Коні. Перед сильним землетрусом в Ашхабаді у 1948 році у стайні кінного заводу (за 2 години до лиха) чотириногі стали бити копитами, голосно іржати, а потім зірвалися з припонів. Їх спіймали біля воріт стайні і прив'язали. За 15 хвилин до землетрусу коні вибили ворота і розбіглися. Конюхи почали ловити переляканих коней, у цю мить здригнулася земля і стайня завалилася.

Собаки. Вони, мабуть, особливо чутливі до сигналів землетрусів. У день, що передував великому землетрусу, який спустошив італійську Калабрію в 1783 році, собаки в Мессіні на Сицилії так істерично гавкали і вили, що в кінці кінців влада наказала їх перестріляти. Багато псів було вбито, але ті, що залишилися в живих продовжували гавкати і вили до тих пір, поки не стався землетрус.

Рано вранці 9 лютого 1971 року двоє поліцейських, які патрулювали район каліфорнійського міста Сан-Фернандо (Валей), були здивовані незліченною кількістю щурів, зграї яких бігли вулицями з міста. Причина такого явища стала зрозумілою жителям, коли за кілька хвилин до 6-ої ранку в місті стався жахливий землетрус.

20 лютого 1835 року собаки розбіглися з приреченого Талькагуано, в небі над містом літали охоплені панікою і постійно пронизливо кричущі чайки. Подібну поведінку демонстрували і чайки в Ікіке (Чилі) за кілька годин до землетрусу в 1868 році.

*Гончаренко С.О.,
вчитель біології і екології
Канівської гімназії*

імені Івана Франка Канівської міської ради Черкаської області, старший вчитель

Урок –подорож в природу

Тема: Кільчасті черви. Визначальні ознаки будови, біологічні особливості, середовища існування. Різноманітність кільчастих червів, роль у природі та значення в житті людини. Лабораторне дослідження №1: «Зовнішня будова та рух кільчастих червів (на прикладі дощового черв'яка).

Методологія уроку:

- ***Цільова аудиторія:*** 7 клас
- ***Міжпредметні зв'язки:*** фізика, математика, інформатика.
- ***Тип уроку:*** застосування нових знань.
- ***Методи навчання:*** словесні, наочні, практичні, проблемні, дослідницькі.
- ***Форми організації діяльності учнів:*** групова, парна, індивідуальна.

Обладнання: опорний конспект, гаджети з доступом до інтернет-ресурсів, набір для виконання досліджень (4 пробірки з ґрунтом, невеличкі шматочки паперового пакету, екологічного пакету, пластикового пакету, вода, простий олівець незагострений, простий олівець із загостреним кінцем, саморіз).

Мета уроку: створити умови для вивчення характерних ознак кільчастих червів, розкрити особливості будови та спосіб життя представників кільчастих червів на прикладі черв'яка дощового; визначити риси пристосування цих організмів до середовища існування. Формувати та розвивати технічне (інженерне) мислення учнів з використанням елементів біоніки та вміння практично їх застосувати. Розвивати вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; вміння спостерігати, аналізувати, творчо розв'язувати поставлені завдання. Сприяти формуванню громадянської позиції, усвідомленню учнями необхідності бережливого ставлення до навколишнього середовища, виховувати етично-ціннісне ставлення до природи.

Формувати ключові компетентності:

Спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами: усно й письмово тлумачити біологічні поняття, факти, явища, закони, теорії; описувати (усно чи письмово) експеримент, послуговуючись багатим арсеналом мовленнєвих засобів — термінами, поняттями тощо; обговорювати проблеми біологічного змісту.

Математична компетентність: застосовувати математичні методи для розв'язання біологічних проблем, розуміти й використовувати математичні моделі природних явищ і процесів.

Основні компетентності у природничих науках, техніці і технологіях: пояснювати явища в живій природі, використовуючи наукове мислення; самостійно чи в групі досліджувати живу природу, аналізувати й визначати проблеми довкілля; оцінювати значення біології для сталого розвитку.

Інформаційно-цифрова компетентність: використовувати сучасні цифрові технології та пристрої для спостереження за довкіллям, явищами й процесами живої природи; шукати, обробляти та зберігати інформацію біологічного характеру, критично оцінюючи її.

Уміння вчитися впродовж життя: організовувати й оцінювати свою навчально-пізнавальну діяльність, зокрема самостійно чи в групі планувати й проводити спостереження та експеримент, ставити перед собою цілі й досягати їх, вибудовувати власну траєкторію розвитку впродовж життя.

Ініціативність і підприємливість: генерувати ідеї й ініціативи щодо проектної та винахідницької діяльності, ефективного використання природних ресурсів; прогнозувати вплив біології на розвиток технологій, нових напрямів підприємництва; зменшувати ризики й використовувати можливості для створення цінностей для себе та інших; керувати групою (надихати, переконувати й залучати до діяльності, зокрема природоохоронної чи наукової).

Соціальна і громадянська компетентності:

працювати в команді під час виконання біологічних дослідів і проектів, оцінювати позитивний потенціал та ризики використання надбань біологічної науки для добробуту людини і безпеки довкілля.

Екологічна грамотність:

Очікувані результати:

- учні називають середовища існування кільчастих червів, ознаки будови, які вирізняють цих тварин серед інших;
- встановлюють зв'язки між будовою тіла червів та способом життя;
- вміють працювати з натуральними об'єктами.
- висловлюють судження про різноманітності червів, їх ролі у природі та значення в житті людини;
- виявляють ціннісне ставлення до тварин;
- роблять висновок, що особливості будови організму тварин є результатом пристосування до характерного для них способу життя.

Хід уроку

I. Організаційний момент.

Привітання учнів, перевірка їх готовності до уроку.

II. Актуалізація опорних знань учнів

2.1. Вправа «Швидкі запитання».

Правила: діти шикуються у дві лінії. Стоять обличчям одне до одного; вчитель швидко задає питання, а учні швидко і голосно відповідають, правильна відповідь - один крок вперед (кожен учень самостійно контролює власні відповіді та кроки); вправа триває до моменту наближення учасників.

Потренуємось!?

Вчитель: Який у нас зараз урок?

Учні: урок біології (ті учні, хто правильно відповів, роблять крок вперед).

Отже, гра!

- Мій настрій(відмінний, чудовий.....);
- Ваш внутрішній світ знаходиться.....(в середині нас або мене...);
- Завмерли! Не рухайтесь! Що ви зараз робите? (стоїмо, дихаємо, живемо, граємось...);
- Навколо вас знаходиться....(навколишній світ, природа, повітря, однокласники...);
- Скільки існує середовищ існування?(4);
- У якому середовищі живе людина?(наземно-повітряному);
- У якому середовищі живе синій кит? (водному);
- У кому середовищі живуть черв'яки? (в ґрунті або ж у воді, або ж в інших організмах).

Вчитель. Потисніть один одному руку, і як нагороду отримайте опорні конспекти в електронному вигляді (або паперовому).

III. Мотивація навчальної діяльності.

Повідомлення теми уроку. Визначення разом з учнями мети і завдань уроку

IV. Засвоєння нового матеріалу.

4.1. Вправа «Асоціативний куш»:

- Які асоціації у вас викликає слово «черви»?

4.2. Пояснення вчителя.

Класифікація Червів (Додаток 1).

- Як ви думаєте, чому існують саме три класи Червів? Тварин, яких ми сьогодні будемо розглядати, цариця Клеопатра проголосила священними. Арістотель називав їх «кишечником землі». Цих червів досліджував Чарльз Дарвін, і, навіть, свою першу наукову працю він присвятив їхньому значенню. За його даними, на кожному гектарі мешкає 7,5 млн особин, які переробляють понад 67 кг ґрунту.

- Про яких тварин йдеться? (*Про дощових черв'яків.*)

Загальна характеристика кільчастих червів, середовище їх існування:

- Розгляньте зображення та визначте спільні та відмінні ознаки, які характерні для цих червів (Додаток 2).

Ознаки будови та особливості способу життя кільчастих червів.

Постановка проблемного питання.

- У чому полягає пристосованість будови та життєдіяльності дощових червів до життя у ґрунті? (*Обговорення думок учнів*). Спостереження за дощовим черв'яком.

V. Застосування знань учнів.

5.1. Дослідження практичні.

Дослід 1. «Опале листя» (Листя-продукт природи. Розгорнути листя і розглянути вміст компостера. Попросити учнів охарактеризувати побачене).

Дослід 2. «Проект ХТО ПЕРШИЙ».

Пакети –продукт людської діяльності. Для досліду підготувати декілька пакетів: звичайний пластиковий, паперовий, та еко пакет).

У чотири пробірки з ґрунтом закласти невеличкі шматочки зеленого листя, паперового пакету, еко пакету, пластикового пакету. Присипати шаром ґрунту і додати трішки води).

5.2. Дослідження (відповідати на питання усно).

- Поміркуйте, для чого цей дослід?
- Як Ви вважаєте, чого варто очікувати від досліду? (Додаток 3).
- Назвіть інших мешканців ґрунту.
- Що можна сказати про їх пристосування до життя в ґрунті.

Пояснення вчителя.

- Поміркуйте, чи можемо ми чомусь навчитись від цих тварин, щось створити власними руками? Звісно так, навіть існує окрема наука БІОНІКА.

На основі будови та переміщення у ґрунті дощового черв'яка, вченими були створені установки для буріння свердловин. Так, коли скорочуються кільцеві м'язи, дощові черви роблять передній край тіла досить тонким, який легко проникає між частинками ґрунту. Коли скорочуються повздовжні м'язи, передній кінець потовщується, чим і розштовхує ґрунт, утворюючи нірку.



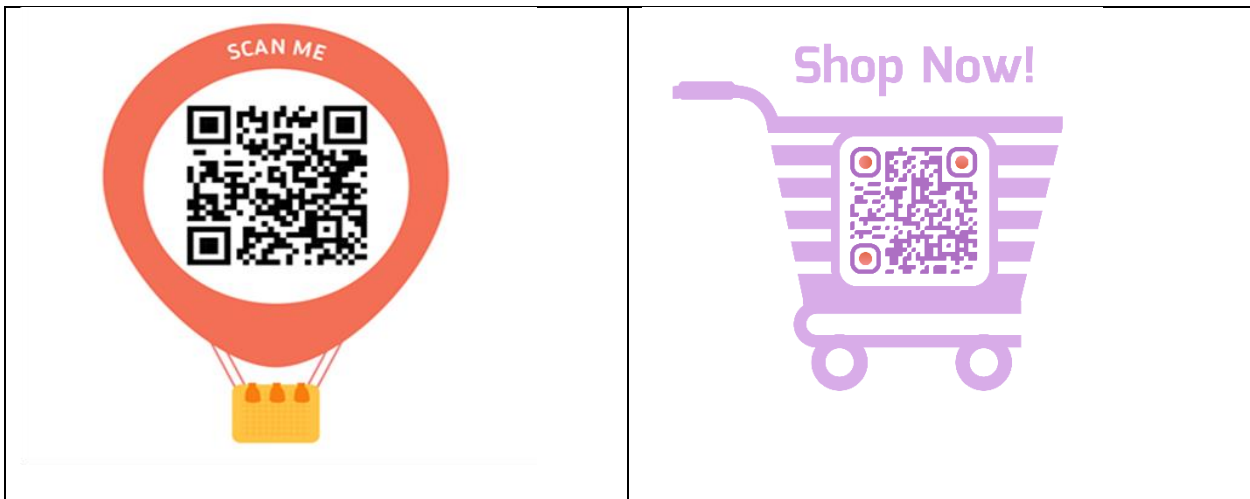
5.3. Для досліду використати:

- простий олівець не загострений;
- простий олівець з загостреним кінцем;
- саморіз;

По черзі занурити предмети в ґрунт і зробити висновок про ефективність занурення в залежності від форми предмета

5.4. Робота з штучним інтелектом.

Завдання: Що винайшла людина після ретельного вивчення особливостей дощового черв'яка? (При потребі відкрити посилання-підказку).



VI. Узагальнення і закріплення знань

Лабораторне дослідження №1

Тема. Зовнішня будова та характер рухів кільчастих червів (на прикладі дощового черв'яка). Заповнити інтерактивний аркуш.



VI. Підсумки уроку.

Учні самостійно підбивають підсумки уроку.

VII. Домашнє завдання

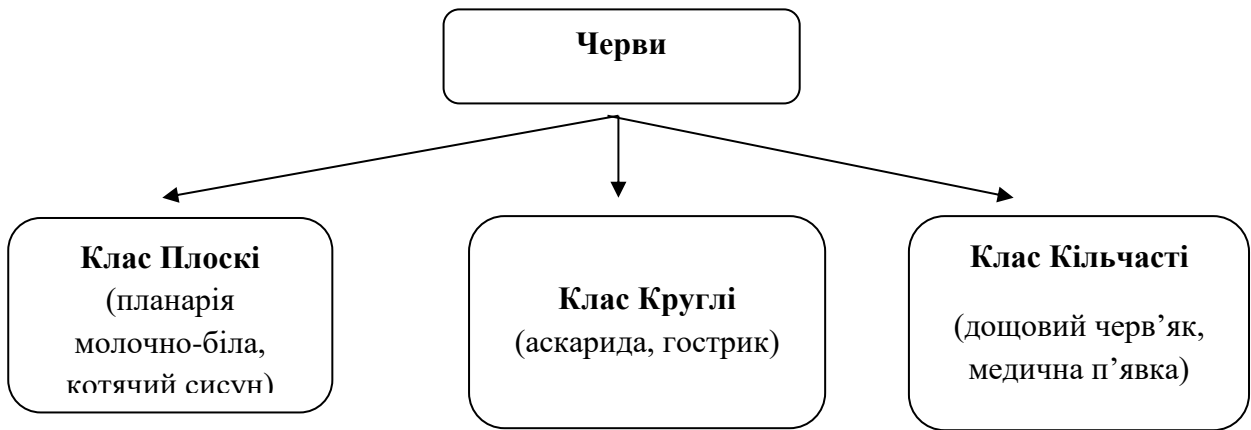
Завдання для всього класу.

Заповнити додаток 3.

Опрацювати відповідний параграф підручника

Індивідуальні та творчі завдання.

1. Підготувати повідомлення з тем: «П'явки», «Трубочник», «Піскожил».
2. Підготувати повідомлення з тем: «Нереїс», «Роль червів в екосистемах та житті людини»



Додаток 1.

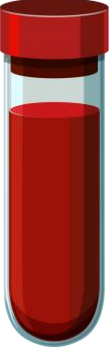





Додаток 2.

Дослід I «Опале листя». Листя-продукт природи.

Дослід II «Проект ХТО ПЕРШИЙ». Пакети –продукт людської діяльності.

- Поміркуйте, для чого цей дослід? (Усно).

			
+ зелене листя	+ паперовий пакет	+ еко-пакет	+ пластиковий пакет

Як Ви вважаєте, чого варто очікувати від дослідів? (Письмово)

.....

.....

.....

*Гончаренко С.О.,
учитель біології і екології
Канівської гімназії
імені Івана Франка Канівської міської ради Черкаської області,
старший вчитель*

*Природа – це єдина книга, з великим
змістом на кожній сторінці.*

Й. Гете

Тема. Міждисциплінарні зв'язки біології та екології

Методологія уроку:

- **Цільова аудиторія: 10 клас**

- **Міжпредметні зв'язки:** фізика, математика, інформатика, українська мова

- **Тип уроку:** комбінований

- **Методи навчання:** словесні, наочні, проблемні, критичного мислення, дослідницькі.

- **Форми організації діяльності учнів:** групова, парна, індивідуальна

- **Обладнання:** гаджети з доступом до інтернет-ресурсів, набір карток «Вірю- не вірю», мультимедійна презентація.

Мета: створити умови для вивчення взаємодії біології та екології на сучасному етапі розвитку цивілізації та зв'язків з іншими науками. Формувати та розвивати технічне (інженерне) мислення учнів з використанням елементів біоніки та вміння практично їх застосувати. Розвивати логічне мислення, комунікабельність, спостережливість та вміння узагальнювати матеріал. Сприяти формуванню громадської позиції, усвідомленню учнями необхідності бережливого ставлення до навколишнього середовища.

Очікуваний результат:

- усвідомлюють цілісність природи та взаємозв'язок її об'єктів і явищ;
- оперують термінами та поняттями: система, біосистема, екосистема, навколишнє середовище;
- називають основні галузі застосування біологічних досліджень; наводять приклади біосистем різних рівнів;
- характеризують властивості живого: самооновлення, самовідтворення, саморегуляція;
- пояснюють зв'язок біології з іншими природничими й гуманітарними науками;
- розрізняють біосистеми різних рівнів організації;
- оцінюють важливість біологічних знань для розвитку людства.

Тип уроку: Урок формування й вдосконалення вмінь і навичок.

Технології (елементи): мозковий штурм, вправа «Павутина життя», метод «Мікрофон», вправа «Висловлювання».

ХІД УРОКУ

I. Організаційний момент.

II. Актуалізація опорних знань, мотивація діяльності.

2.1. Вправа «Павутина життя». Розмаїття природничих наук зумовлено великою кількістю живих організмів. Наскільки ж тісні зв'язки між ними? Яку роль у цьому відіграємо ми, люди?

Методичний коментар:

Мета:

Учень:

- розуміє необхідність проявляти активну громадянську позицію в галузі збереження довкілля;
- усвідомлює зв'язок між екосистемою і діяльністю людини та свою роль у збереженні екосистеми;
- розвиває навички співпраці в команді; навички аналітичного і критичного мислення.

Ціннісне ставлення

- громадянська участь і відповідальність.

Інструкція

1. Учасники стають в коло.
2. Пояснення правил гри (вони мають побудувати модель павутини життя).
3. Учитель починає. Тримає довгу нитку в руках і називає зелену рослину, наприклад, капусту.
4. Учитель тримає кінець нитки в руках і кидає моток комусь із кола учасників. Учень хапає його! Тепер утворилася пряма лінія між двома.
5. Ця особа має назвати тварину, яка їсть капусту, наприклад, гусінь. Потім вони тримають нитку і кидають моток третій особі із кола.
6. Третя особа має назвати тварину, яка харчується гусінню, наприклад, птах. Потім вони кидають моток четвертій особі.
7. Продовжуйте гру так, щоб нитка проходила крізь коло, поки не утворите павутину, яка представляє «павутину життя».
8. Ви просите учасників навести приклади того, що руйнує павутину життя, далі візьміть ножиці і для кожного прикладу зробіть надріз у нитці павутини. Поступово павутина буде порушена, а біля ваших ніг буде купа непотрібних ниток. Знищена павутина – дуже показовий приклад.

III. Вивчення нового матеріалу

3.1. Метод «Мікрофон».

Слово учителя: Отже, ми встановили послідовність появи біологічних відкриттів та наук у різні періоди часу. Тепер нам потрібно визначити роль міждисциплінарних зв'язків біології та екології для добробуту людини й безпеки довкілля.

Методичний коментар. Алгоритм обговорення схеми може мати такий вигляд:

- науки, що виникли завдяки взаємодії біології з іншими природничими науками: *біохімія, біофізика, біогеографія*;
- науки, що виникли завдяки взаємодії біології з суспільно-гуманітарними науками: *біосоціологія, антропологія*.
- взаємодія природничих наук з математикою: (застосування математичних методів для оброблення зібраного матеріалу, математичні моделі

дають можливість як вивчати явища і спостерігати, так і прогнозувати наслідки тих процесів, які можуть відбуватися в майбутньому).

Унаслідок взаємодії цих наук виникла медична біологія.

▪ науки, що виникли завдяки взаємодії біології з технічними науками: космічна біологія, біоніка – радіобіологія, кріобіологія.

Демонстрація схеми «Структура біологічних наук».

ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ

Вивчає основні та загальні для біологічних систем різних рівнів організації закономірності організації та функціонування живої матерії

1802 рік – Г. Р. Тревіранус, Ж.-Б. Ламарк

<p>Біологічні науки, які вивчають розвиток, організацію та функціонування різних груп організмів та їхніх угруповань</p>	<p>Науки, які вивчають окремі групи організмів та неклітинні форми життя</p>	<p>Прикладні науки</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ Молекулярна біологія ○ Біохімія ○ Біофізика ○ Цитологія ○ Гістологія ○ Анатомія та фізіологія ○ Генетика ○ Біологія індивідуального розвитку 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Вірусологія ○ Бактеріологія ○ Мікологія ○ Ботаніка ○ Зоологія 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Біотехнологія ○ Селекція ○ Медична біологія ○ Ветеринарія ○ Агробіологія ○ Біоніка

- Палеонтологія
- Еволюційне вчення
- Систематика
- Біогеографія
- Екологія

3.2. STEM-технологія Робота в парах

Завдання для пар: *Визначити на основі діаграм взаємодію екології з іншими біологічними науками на різних історичних етапах її розвитку.*

Методичний коментар: *навчальний процес відбувається за умови постійної активної взаємодії всіх учнів. Таке навчання націлене на досягнення учнями успіху. Чіткий розподіл ролей серед членів групи – передумова успішного навчання. Тобто вирішення формальних завдань забезпечує рівний статус серед членів групи, що веде до успішного навчання.*



Модель зв'язків біологічних дисциплін
(за Ю. Одумом)
(зеленим кольором позначена екологія, іншими – різні біологічні науки)



Сучасна модель зв'язків біологічних
дисциплін

(зеленим кольором позначена екологія, іншими – різні біологічні науки)



У разі потреби скористайся підказкою

Презентація роботи.

Очікувана відповідь: екологія найтісніше взаємодіє з іншими біологічними науками.

3.3. STEM-технологія «Вірю-не вірю». Основні напрями сучасних біологічних досліджень.

Мета: Визначити необхідність опанування основних напрямів сучасних біонічних (біологічних) досліджень та їх практичного застосування.

Інструкція:

1. *Слово вчителя.* **Біоніка** - наука міждисциплінарна, «наука-перехрестя», у ній відображаються особливості науково-технічної революції у формі інтеграції різних за своїм призначенням і методами наук. Біоніка синтезує знання з біології й кібернетики, фізики й радіотехніки, математики й електроніки, ботаніки й архітектури, біохімії й механіки, психології й біофізики і т. ін.

2. У кутках класу розміщено твердження: у першому - «ВІРЮ», у другому - «НЕ ВІРЮ», у третьому «НЕ ЗНАЮ».

3. Учням/ученицям пропонують обрати картку із зображеннями об'єктів (діти можуть працювати в парах або ж самостійно). (Додаток 1).

4. Учні/учениці уважно розглядають картинку, радяться, приймають спільне рішення (чи правда зображена на картинці), і займають позицію «ВІРЮ», «НЕ ВІРЮ» або «НЕ ЗНАЮ». Вголос аргументують свій вибір.

5. За допомогою будь-якого застосунку (інтернет, штучний інтелект, власні знання) діти знаходять підтвердження свого вибору або ж спростовують його.

6. Далі учні коментують свій остаточний вибір і наводять аргументи на його підтримку, а також можуть змінювати свою позицію.

Підбиття підсумків уроку.

Обговорення

* Як ви вважаєте, чи тісно пов'язані між собою живі об'єкти?

* Наскільки тісно пов'язані між собою біологічні науки?

* Що ви можете сказати про порятунок павутини життя? Пропонуйте!

* Чи є необхідність опанування основних напрямів сучасних біонічних (біологічних) досліджень та їх практичного застосування. Як саме ви збираєтесь це зробити?

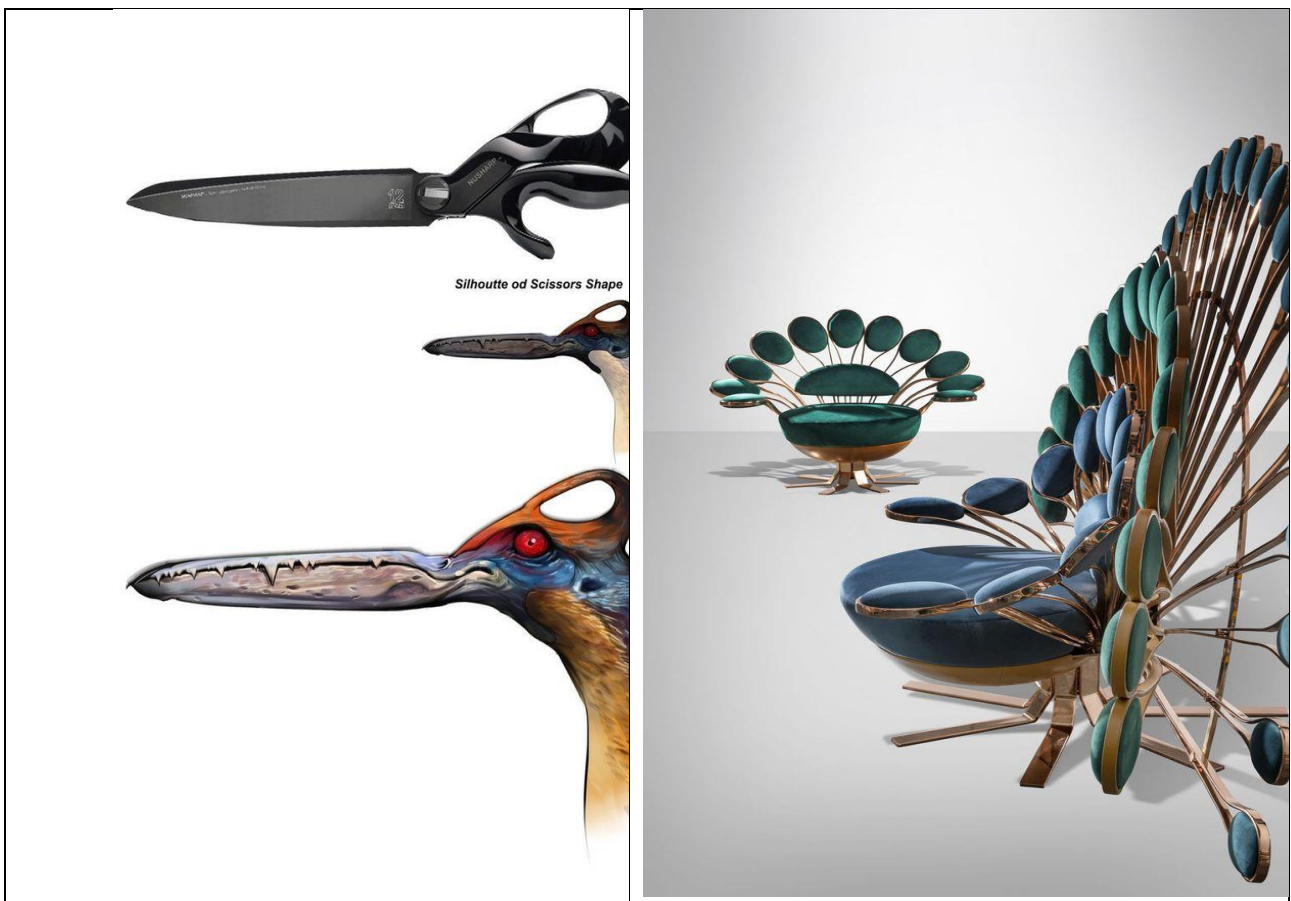
Очікувана відповідь: активна громадянська позиція сприяє збереженню екосистеми, успішні результати залежать від рівня наукових знань, співпраці та відповідальності кожного.

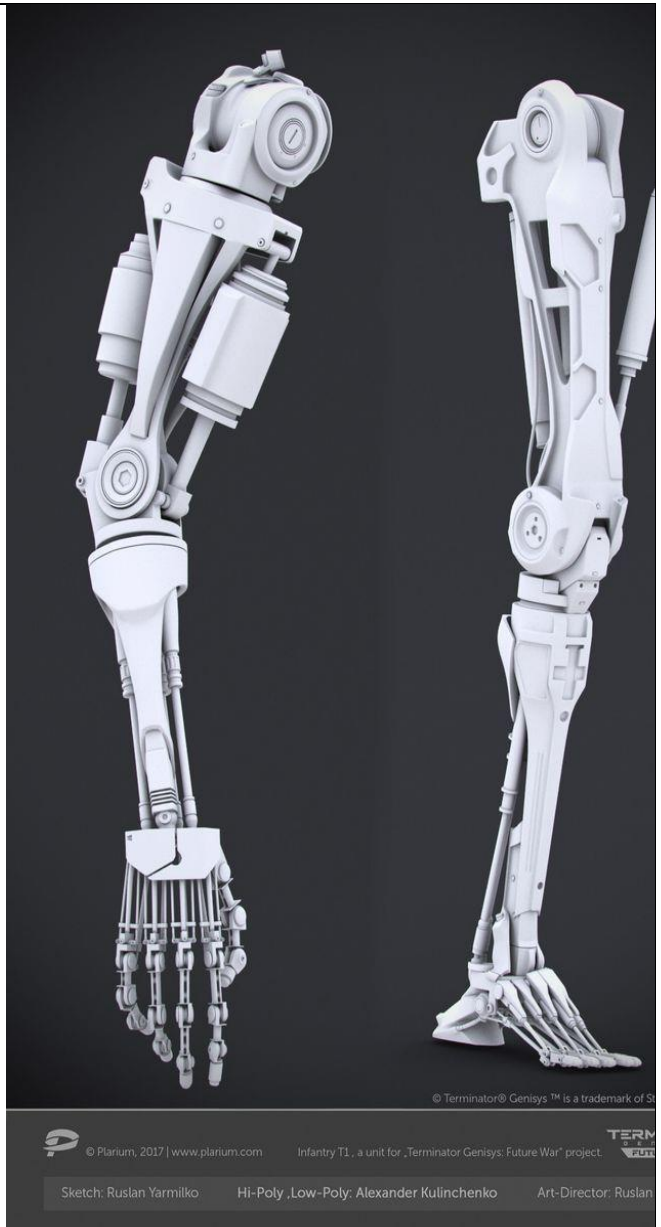
IV. Рефлексія.

V. Інформування про домашнє завдання. (Об'єднати дітей в три групи за їх бажанням).

1. Підготувати коротке повідомлення щодо внеску в розвиток біології видатних українських учених-біологів (О. Ковалевського, І. Шмальгаузена, І. Мечникова, С. Навашина, О. Фоміна, М. Холодного, О. Палладіна, Д. Заболотного, О. Богомольця, П. Костюка, С. Гершензона, О. Маркевича).

2. Створити макет проєкту «Винаходи людства, які сприяли розвитку біології»; 3. Матеріал, зібраний учнями в ході вікторини «Вірю-не вірю», перетворити на інтерактивну гру на платформі [learningapps](https://learningapps.org).





© Plarium, 2017 | www.plarium.com

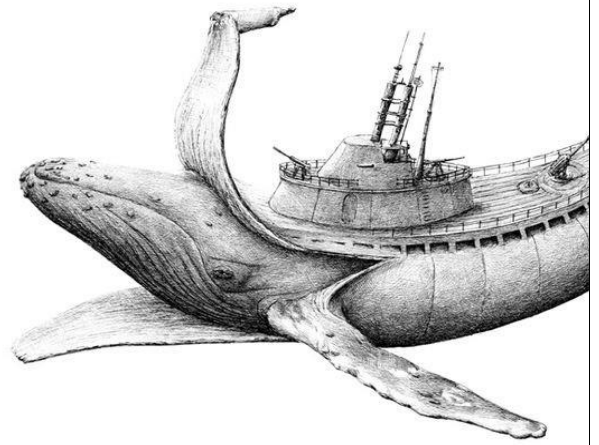
Infantry T1, a unit for „Terminator Genisys: Future War“ project.

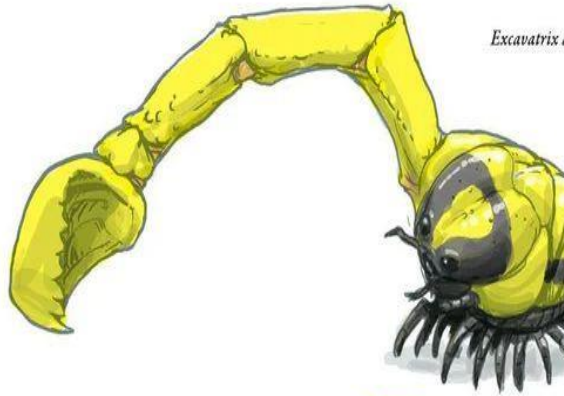


Sketch: Ruslan Yarmilko

Hi-Poly ,Low-Poly: Alexander Kulichenko

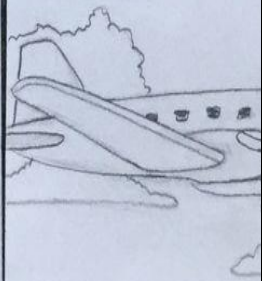
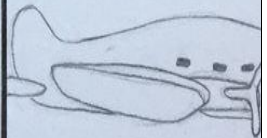
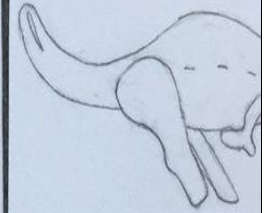
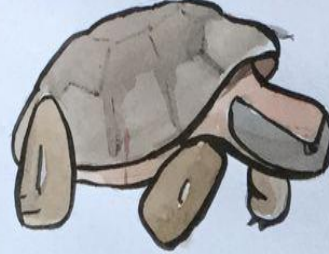
Art-Director: Ruslan





Excavatrix.

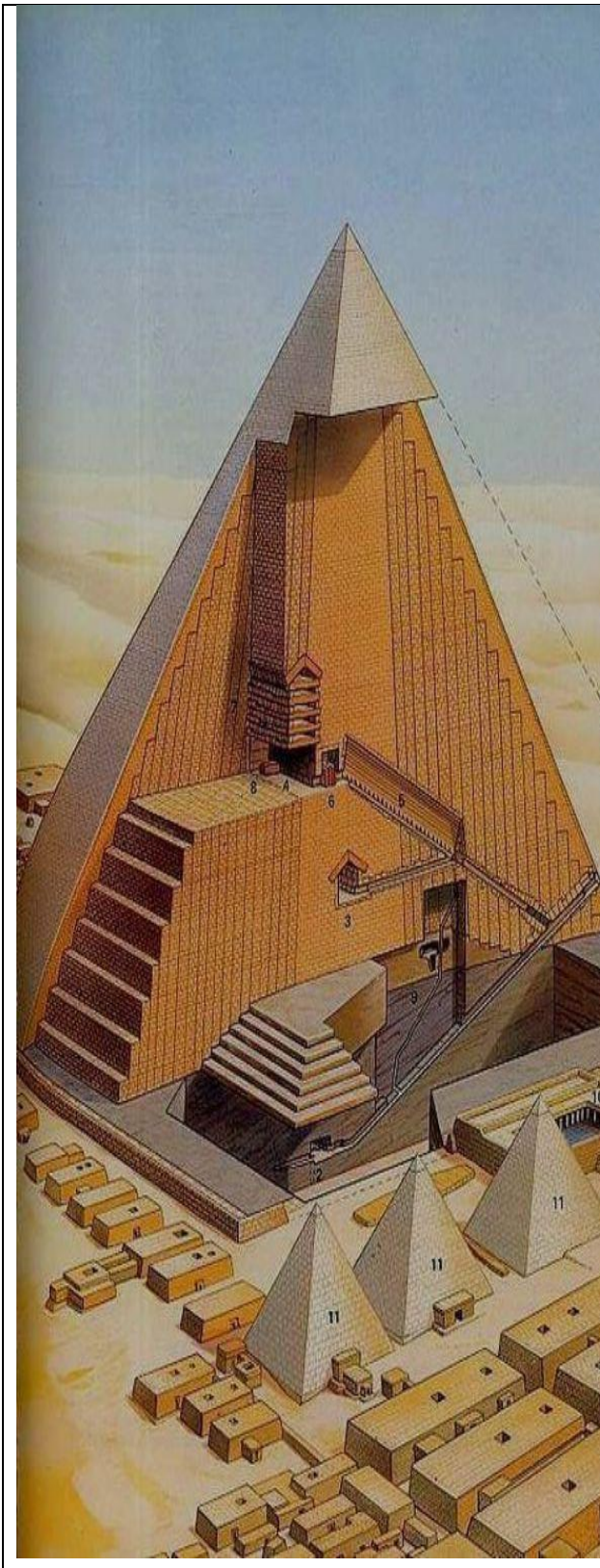
Cavator molluscoides



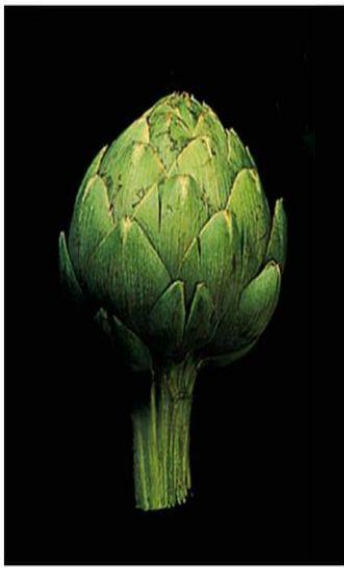
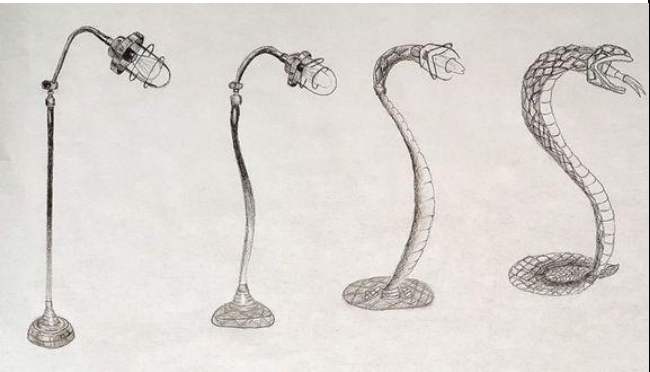


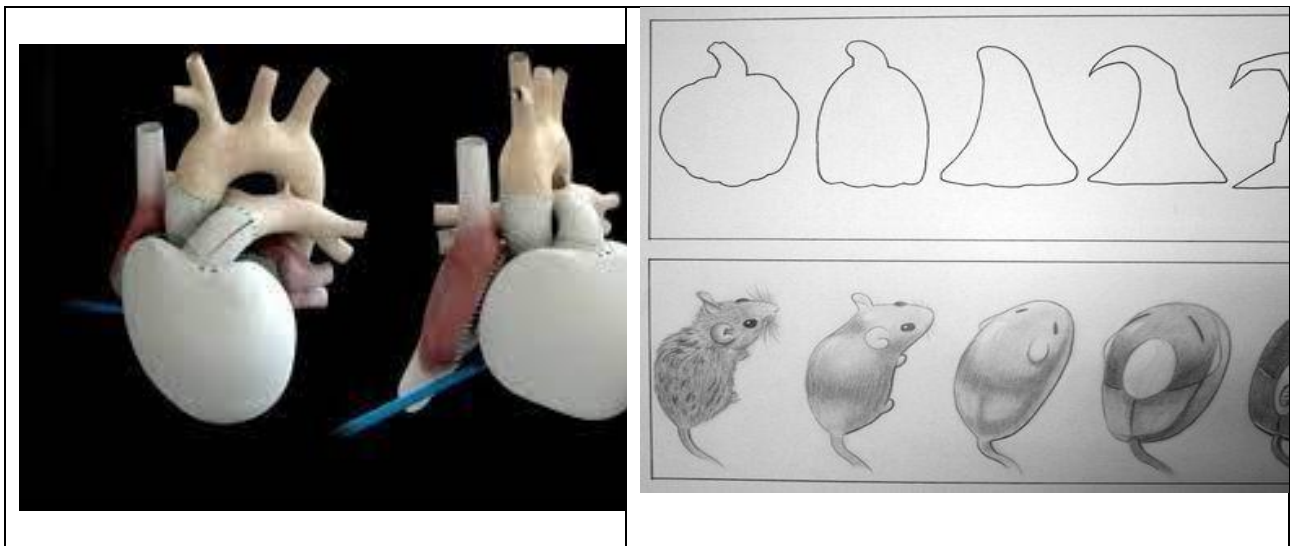






Close Enough!





Куриленко І.Р., учитель біології і екології Черкаської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №6 Черкаської міської ради, вчитель-методист

Значення опорно-рухової системи, її будова та функції. Будова кісток.

Мета:

- розширити знання учнів про власний організм; визначити функції та склад опорно-рухової системи, склад та будову кісток;
- розвивати вміння встановлювати взаємозв'язок між складом та функціями кісток;
- формувати здоров'язберігаючі компетентності та компетентності продуктивної творчої діяльності;
-
- продовжувати формувати практичні навички роботи з мікропрепаратами та лабораторним обладнанням;
- орієнтувати діяльність учнів на практичне використання знань про кістки та хрящі, розвивати інтерес до біології, формувати активну життєву позицію.

Хід уроку

1. Організація класу:

Привітання, перевірка готовності до уроку. Нейровправа (нейрогімнастика). <https://www.youtube.com/watch?v=NkiUOELndy8>

2. Мотивація навчальної діяльності:

Наше тіло є для нас низкою незвіданих таємниць. Ми часто задаємо собі запитання: як працює наш мозок, керуючи всім організмом; чому серце здатне скорочуватися без видимого нам відпочинку; чому кістки та м'язи витримують інколи досить складні перенавантаження; чому саме нирки є біологічними фільтрами крові. Чому? Чому? Чому? ».



Вчені всього світу вивчають організм людини як біологічну систему. На основі вивчених процесів, учені створюють моделі органів, для того, щоб у необхідний момент можна було їх використати для продовження життя або полегшення стану організму. На картинці ви бачите скелет. Усім зрозуміло, для чого потрібний скелет і де він в нашому тілі. Ми знаємо, що все життя наші кістки та м'язи

забезпечують опору та рух тіла. А завдяки чому? Яким особливостям?

Японські вчені створили роботів, які схожі на людину не лише зовнішньо, але вони також виконують багато рухів, які властиві людині: згинання і розгинання тулуба та кінцівок. Завдяки шарнірним з'єднанням, роботи переміщуються, повертаються вліво та вправо, так як тазостегнові, колінні і голіностопні суглоби мають злагоджену роботу. Як це можливо? Спробуємо розібратися, вивчаючи особливості опорно-рухової системи.

Повідомлення теми і мети уроку.

Сьогодні на уроці ми з'ясуємо:

Що таке опорно-рухова система?

Яка її будова та функції?

Які особливості будови кістки? Які є види кісток?

І на завершення, станемо вченими-біоніками і спробуємо створити модель кістки.

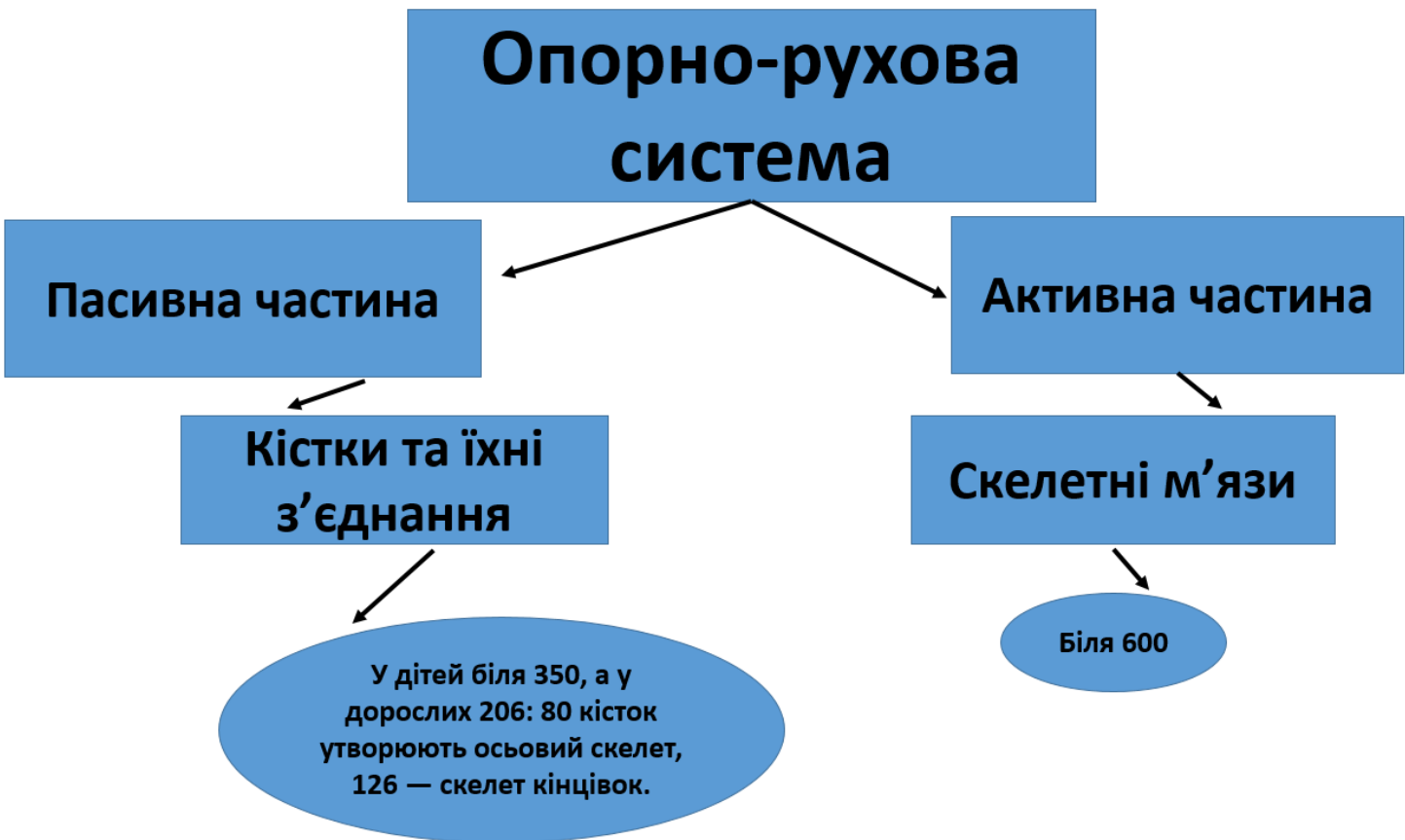
3. Актуалізація навчальної діяльності:

Як ви думаєте, чи правильний вислів, що скелет людини утворює опорно-рухову систему організму? А які функції вона виконує? Перевірка ідей: підручник «Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю.», с. 140.

4. Основна частина.

Для того, щоб виконувати названі функції, опорно-рухова система повинна мати певну будову і особливості.

Складання схеми «Опорно-рухова система»



Функції опорно-рухової системи: (після обговорення з учнями)

1. Опора
2. Захист
3. Рух
4. Кровотворення
5. Накопичення мінеральних речовин

Опорно-рухова система містить різні тканини: кісткову, хрящову, м'язову.

Завдання. Виконати лабораторне дослідження «**Мікроскопічна будова кісткової, хрящової та м'язової тканин**».

Інструктивна картка

Мета: Ознайомитись з особливостями мікроскопічної будови кісткової, хрящової та м'язової тканин організму людини. Порівняти будову різних типів тканин між собою.

Хід дослідження.

1. Дослідження будови тканин:

Учні об'єднуються в 3 групи і виконують завдання, яке запропоноване в картках. Після роботи в групах, відбувається презентація проаналізованої інформації.

Група I. Завдання: обговоріть текст «Кісткова тканина», заповніть частину таблиці про кісткову тканину. Презентуйте відповідь.

«В утворенні кісток основна роль належить сполучній кістковій тканині. Кісткова тканина включає: клітини-остеоцити і міжклітинну речовину.

Міжклітинна речовина є дуже щільною і твердою, що надає кістковій тканині механічну міцність. Остеоцити – багатовідросткові клітини. Їх відростки контактують між собою, вони оточені найдрібнішими «канальцями» з міжклітинної рідиною, через яку відбувається живлення і дихання кісткових клітин».

Група II. Завдання: обговоріть текст «Хрящова тканина» на с. 142 підручника та заповніть частину таблиці, що стосується характеристики хрящової тканини. Презентуйте відповідь.

Група III. Завдання: Завдання: обговоріть текст «М'язова тканина», заповніть частину таблиці про м'язову тканину. Презентуйте відповідь.

«М'язова тканина утворена клітинами, які здатні скорочуватися. Структурно-функціональною одиницею м'язової тканини є м'язова клітина — міоцит. Виділяють три типи м'язової тканини: посмуговану кісткову (скорочення скелетних м'язів), посмуговану серцеву (скорочення серцевого м'яза); гладку (непосмуговану) (змінна просвіту кровоносних судин, скорочення внутрішніх органів, таких як шлунок, сечовий міхур, тощо).

Будова цих тканин залежить від особливостей розташування і виконуваних функцій. Так, більш інтенсивна робота серцевого і скелетних м'язів зумовила особливості будови посмугованої тканини на відміну від гладкої. Посмугована м'язова тканина складається з розвинених багатоядерних клітин – м'язових волокон, що мають поперечну смугастість. Вона здатна до швидкого скорочення.

Назва тканини	Тип клітин	Особливості будови клітин	Особливості міжклітинної речовини	Основні властивості тканини
Кісткова тканина				
Хрящова тканина				
Посмугована м'язова тканина				

2. Розгляньте мікропрепарати тканин опорно-рухової системи в гістологічному атласі за посиланням <http://www.histologyguide.com/EM-atlas/EM-atlas.html> (Cartilage and Bone - хрящова та кісткова тканини, Muscle – м'язова тканина).

3. Зробіть висновки про особливості будови тканин опорно-рухової системи.

Зупинимось детальніше на будові кісткової тканини. Перегляньте уривок з відео уроку «Значення опорно-рухової системи людини. Її будова та функції» з ВШО за посиланням <https://youtu.be/IC-ULIPirfI>.

Після демонстрації відео заповнення опорного конспекту в зошитах.

В залежності від розташування остеоцитів, розрізняють

Компактну кісткову речовину

Містить остеони
Дуже міцна

Губчасту кісткову речовину

Містить порожнини, що заповнені червоним кістковим мозком

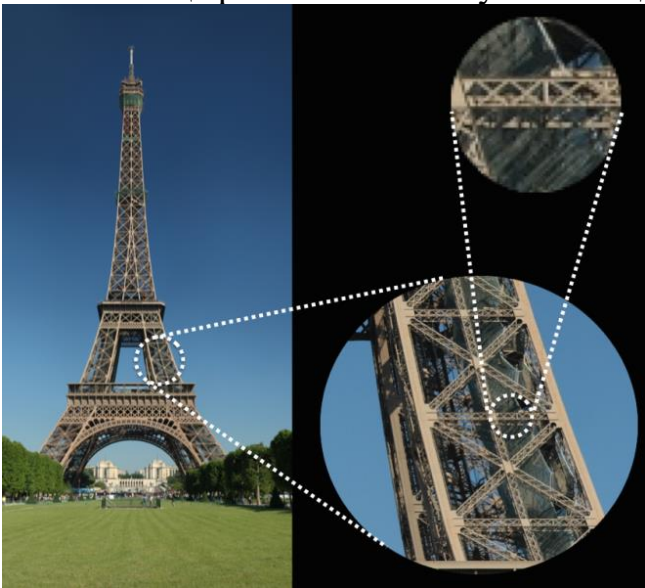
Залежно від співвідношення компактної та губчастої речовини розрізняють 4 типи кісток: трубчасті, плоскі, губчасті та змішані (робота з готовим опорним конспектом у додатку).

Найскладнішу будову мають трубчасті кістки. Давайте з'ясуємо особливості будови трубчастої кістки (робота з готовим опорним конспектом у додатку).

Презентація випереджувального завдання «Особливості будови кістки, які використали для будівництва».

Виступ учнів.

Усім нам відомий вигляд Ейфелевої вежі. Це класичний, іконічний символ Парижу. Ейфель не просто будував вежу, а намагався досягти максимальної потужності при мінімумі доступного матеріалу. Архітектурний геній Ейфеля полягає ще й в тому, що він спроектував конструкцію досить міцною, щоб протистояти стихії, але в той же час важить вона приблизно стільки, скільки повітря навколо неї. У чому ж секрет її міцності? Він криється в розумінні типів міцності і розкриємо ми їх, коли розглянемо будову наших кісток. Якщо розрізати кістку, то виявляється, що вона схожа на багет - міцна кірка зовні і м'яка, губчаста, всередині. Зовнішній матеріал кістки твердий і щільний. Ця міцніша частина кістки несе на собі основні навантаження. Усередині ж - губчастий матеріал. Губчаста тканина відіграє важливу роль в процесах стиснення і розтягування, які діють на наші кістки постійно. Спосіб упаковки остеонів у компактній речовині робить наші кістки міцними і легкими. Ейфель запозичив це рішення і застосував його до колосальних масштабів.



У вежі використане Х-подібне з'єднання балок, відоме як ферми. Якщо розглянути одну з ферм Ейфелевої вежі, то виявиться, що вона не суцільна, а складається з малих подібних ферм. У вежі дір більше, ніж заліза! Ці порожнисті форми сприяють несподіваній легкості усїєї вежі.

Деякі інженери співпрацюючи з анатомами побачили, що в структурі губчастої кісткової тканини силові лінії перехрещуються певним чином. Губчаста тканина заповнює внутрішність стегнової кістки, щоб

зміцнити її в тих місцях, де навантаження найсильніші, і не заповнює ділянки, де

навантаження відсутнє. Що й було використано. Коли справа стосується проектування, ми багато чого можемо навчитися у власних кісток!

5. Підсумок уроку.

Створення моделі трубчастої кістки (інструкція до роботи у додатку).

Запитання:

Які особливості будови кістки були використані у будівництві Ейфелевої вежі?

6. Домашнє завдання.

Опрацювати параграф 28, с. 140 – 143 та частину параграфу 29, с. 144 – 145 (підручник Біологія 8 клас. Матяш Н.Ю.) та роздруківки, з якими працювали на уроці.


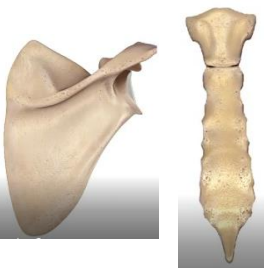


Провести вдома експеримент:

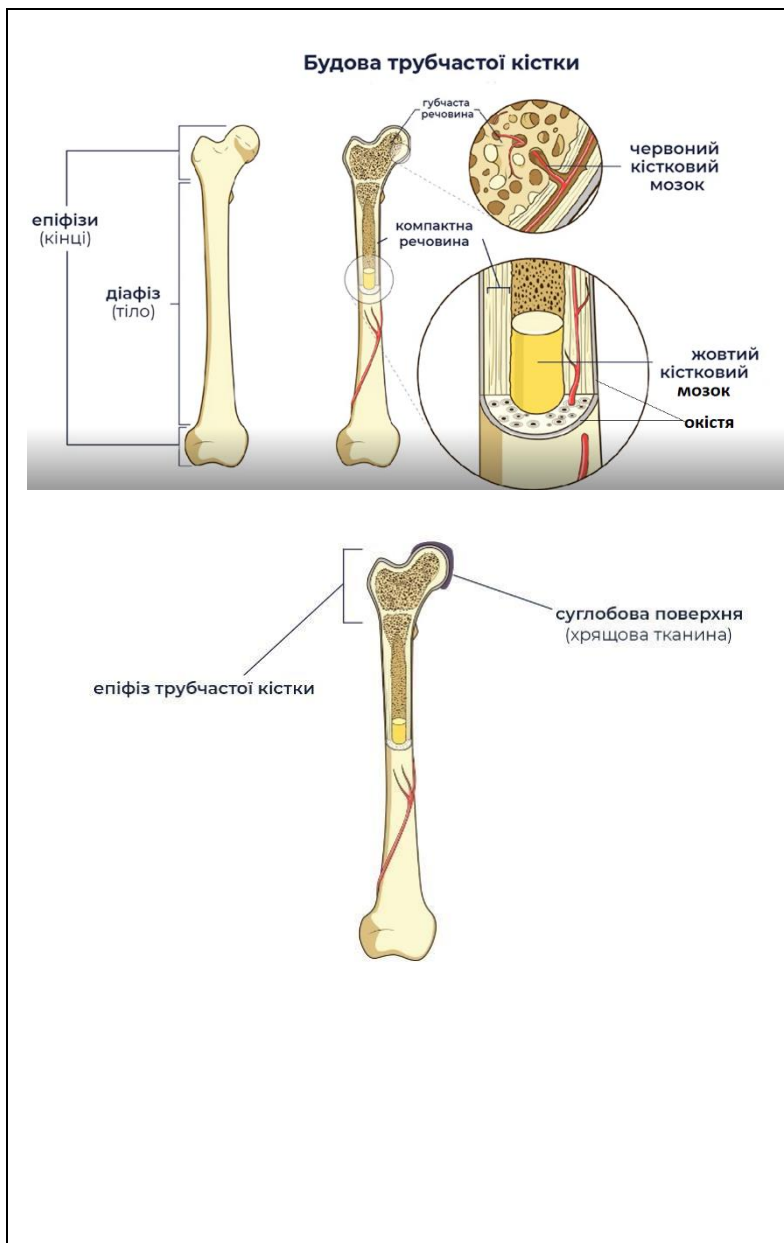
Проведемо невеличкий експеримент, що дійсно здивує тебе! Чи знаєш ти, що розміри наших кісток взаємопов'язані одна з одною. Отже, візьми сантиметрову стрічку та вимірй свій зріст (нехай твій товариш допоможе тобі). Тепер встань рівно та розкинь руки по сторонах, тримай їх рівно. Нехай твій товариш виміряє довжину твоїх рук у такому положенні, від середнього пальця правої руки до середнього пальця лівої руки. Порівняй два виміри. Результати презентувати на наступному уроці.

Додаток до уроку «Опорно-рухова система. Будова кісток»

Типи кісток

Будова трубчастої кістки

Трубчасті	Плоскі	Губчасті	Змішані
<p>Стегнова Гомілкорова Фаланги пальців</p> 	<p>Грудина Кістки черепа, Лопатка</p> 	<p>Кістки зап'ястка Кістки заплесни</p> 	<p>Хребці</p> 



Діафіз — тіло трубчастої кістки

Епіфіз — кінець трубчастої кістки

Метафіз — ділянка кістки між діафізом та епіфізом, що прилягає до епіфізарної пластинки, з віком заміщується на кісткову тканину.

Епіфізарна пластинка — зона розташування клітин хрящової тканини, поділ яких забезпечує ріст кістки **в довжисну**, з віком заміщується на кісткову тканину.

Суглобова поверхня - ділянка хрящової тканини, що вкриває епіфіз, забезпечує теж ріст кісток **в довжину** за рахунок поділу, з'єднання кісток у суглобі.

Частини будови кістки

<u>Зовнішній шар — окістя</u>		
Окістя	Сполучнотканинна оболонка, що містить судини та нерви	Живлення кістки, ріст кістки в товщину (за рахунок поділу клітин внутрішнього шару окістя)
<u>Середній шар — кісткова речовина.</u>		
Компактна	Губчаста	

Остеони розташовані впорядковано	Остеони розташовані хаотично
Надають <i>міцність</i>	Є місцем локалізації <i>червоного кісткового мозку</i>
<u>Внутрішній шар — кістковий мозок.</u>	
Червоний кістковий мозок (ЧКМ)	Жовтий кістковий мозок (ЖКМ)
Місце синтезу всіх формених елементів крові (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити)	Походить з ЧКМ, який заміщується жировою тканиною під час дорослішання організму
Орган кровотворення (гемопоезу)	Може перетворитись на ЧКМ
Епіфізи трубчастих кісток Плоскі кістки тощо	Діафізи трубчастих кісток тощо

Створюємо модель трубчастої кістки

Мета: застосувати теоретичні знання для моделювання внутрішньої будови трубчастої кістки.

Обладнання: вовняні нитки червоного, синього та жовтого кольору (або крейда червоного, синього та жовтого кольору), картонна трубка - серединка від паперових рушників, поліетиленова плівка, клей, поролонова пакувальна тканина або пакувальна пухирчаста плівка, серветки жовтого та червоного кольору, 2 повітряні кульки білого кольору.

Організація роботи: об'єднання учнів у робочі групи, інструктаж по роботі в групах.

Хід роботи.

Зробимо модель будови трубчастої кістки.

1. Візьміть картонну трубку від паперових рушників.
2. Використовуючи вовняні нитки різного кольору, розташуйте їх по поверхні трубки, імітуючи кровоносні судини, нервові закінчення.
3. Обгорніть трубку поліетиленовою плівкою, імітуючи окістя.
4. Сама картонна трубка – це компактна кістка, що являє собою твердий, щільний шар. Всередину трубки помістить поролоновий вкладиш, який нагадуватиме губчасту тканину.
5. Всередину поролонового вкладишу покладіть дещо пом'яту жовту серветку - жовтий кістковий мозок.

6. В повітряні кульки помістіть прим'яті червоні серветки, які є червоним кістковим мозком.

7. Помістіть повітряні кульки з червоними серветками з двох сторін картонної трубки, вони імітують суглобові поверхні кістки.

Модель кістки готова!

Тема. Кров, її склад та функції.

Лабораторна робота. Мікроскопічна будова крові людини

Мета:

- розширити знання учнів про власний організм; визначити функції та склад крові і лімфи;
- розвивати вміння встановлювати взаємозв'язок між складом та функціями крові;
- формувати здоров'язберігаючі компетентності та компетентності продуктивної творчої діяльності;
- продовжувати формувати практичні навички роботи з мікроскопом та лабораторним обладнанням;
- орієнтувати діяльність учнів на практичне використання знань про кров, розвивати інтерес до біології, формувати активну життєву позицію.

Хід уроку

1. Організація класу:

Привітання, перевірка готовності до уроку. Нейровправа (нейрогімнастика).
<https://www.youtube.com/watch?v=NkiUOELndy8>

2. Мотивація навчальної діяльності:

Наприкінці 70-х років, фірма «Green Cross Corporation» (Японія) випустила на ринок емульговану суміш під комерційною назвою Fluosol-DA (Флюозол – ДА). В основі препарату були застосовані перфторовані вуглеводні (ПФУ), які здатні розчиняти в собі кисень і вуглекислий газ, тобто виконувати функції газообміну, як природня кров. Ця рідина мала властивості транспортування газів і стала заміником плазми крові. Один із розробників Флюозол-ДА, професор Р. Наїто першим випробував препарат на собі. Цей перший японський препарат, застосовувався в клініці з 1978 року, але він мав низку недоліків: емульсія була нестабільна і функцію транспорту газів виконувала обмежений час. Ситуація по створенню «штучної крові» змінилася після ще одного відкриття. В кінці 70-х років співробітник Інституту біофізики АН ССРСР професор Фелікс Білорцев створив засіб під назвою Перфоран, який назвали «блакитна кров». Він мав світло блакитний колір і був здатен виконувати функції переносника кисню. З цим препаратом не було проблем у застосуванні, а став він відомий для широкого загалу у 1982 році. Шведські вчені з інституту Karolinska вперше успішно використали штучну кров. У різних країнах проходять випробовування нові препарати штучної крові; зокрема оксіцит (США), Флюозол-ДА (Японія).

Для чого створили технологічний заміник крові? Відповісти на це запитання спробуємо в кінці уроку.

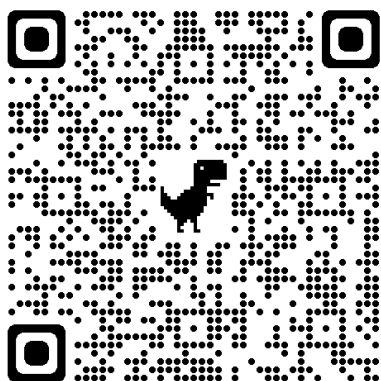
Повідомлення теми і мети уроку. Сьогодні на уроці ми з'ясуємо: Що таке кров? Який її склад та функції? Чому створюють її штучні замітники? А наостанок, відчуємо себе справжніми науковцями, які досліджують кров.

3. Актуалізація навчальної діяльності:

Опитування «Які функції виконує кров в організмі людини?» у додатку Metimeter (скопійуйте QR - код для відповідей)



Посилання для презентації відповідей



Перевірка ідей: підручник Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю., с. 87.

4. Основна частина.

Для того, щоб виконувати названі функції, кров повинна мати певний склад і особливості. Але кров, це не єдина рідина у нас в організмі. Кров належить до внутрішнього середовища організму.

Завдання учням:

Учні об'єднуються в 3 групи і виконують завдання, яке запропоноване в картках. Після роботи в групах, відбувається презентація проаналізованої інформації.

Група I. Завдання: обговоріть текст «Внутрішнє середовище організму» на с. 84 підручника. Проаналізуйте мал. 68 на с. 85 та виконайте завдання до малюнку: користуючись малюнком і текстом, поясніть шляхи утворення

тканинної рідини та зв'язок між кров'ю, лімфою та тканинною рідиною
Презентуйте відповідь.

Група II. Завдання: обговоріть текст «Тканинна рідина» на ст. 85 підручника та складіть опорну схему «Що таке тканинна рідина», презентуйте відповідь.

Група III. Завдання: обговоріть текст «Лімфа» на ст. 85 підручника та складіть опорну схему «Що таке лімфа», презентуйте відповідь.

Вчитель. Як ви вже зрозуміли, до складу внутрішнього середовища входять такі рідини: тканинна рідина, кров, лімфа.

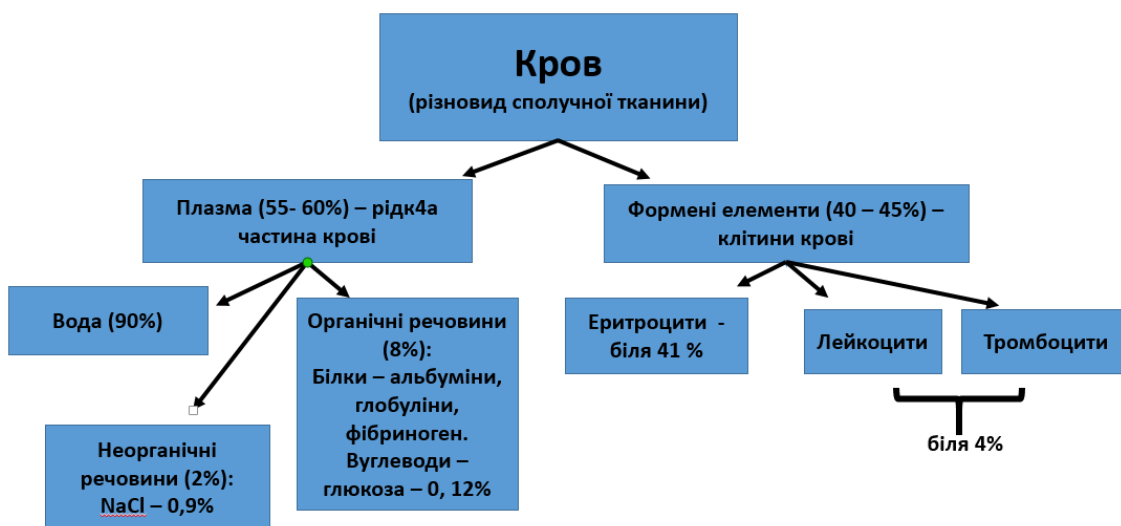
У давнину люди приписували крові багато магічних та цілющих властивостей. Ще Гомер у своєму творі про Одисея розповів історію про те, як головний герой намагався повернути життя мертвому пророку Тирессію за допомогою тваринної крові. Знаменитий лікар Гіппократ висунув гіпотезу про здатність крові здорових людей виліковувати душевні хвороби. Існували легенди про те, як похилі люди, з метою повернути собі минулу молодість, пили кров помираючих гладіаторів. Немічний папа Інокентій VIII, щоб помолодшати, випив напій з крові десятирічних хлопчиків. Століттями кров була популярним лікувальним засобом серед воїнів. Для того, щоб вилікувати поранення та поповнити запаси крові вони просто її пили. З історії відомо, що єгипетські війська завжди вели за собою стадо баранів. Грецький цар Костянтин, який хворів на проказу, приймав ванни з крові. З давніх давен вважалося, що кров містить частину божественної енергії і є «носієм життя».

Сьогодні вчені детально вивчили склад та функції крові, а значить і ми, завдяки їм, розширимо знання про власний організм.

Завдання: скласти асоціативний кущ «Кров»



Створення опорної схеми «Склад крові» (разом з вчителем)



Завдання учням в парах.

Опрацюйте та обговоріть текст. Дайте відповідь на запитання.

Плазма крові – це розчин жовтуватого кольору, що складається з води і розчинених у ній органічних (білки, ліпіди, вітаміни, гормони) та неорганічних (мінеральні солі, гази) речовин. Серед мінеральних солей, що входять до складу плазми, найбільша частка припадає на солі Na, K, Ca, Mg, Cl. Концентрація усіх катіонів та аніонів Cl у плазмі становить 0,9% і підтримується на постійному рівні, що дуже важливо для життєдіяльності організму. Значні відхилення від середніх величин на тривалий період призводять до важких наслідків для організму, часто несумісних з життям. У медичній практиці водний розчин солей, концентрація якого дорівнює 0,9% називають **фізіологічним розчином**. Його використовують у медицині для поповнення об'єму крові при великих крові, зневодненні організму

Запитання. Чому для приготування ін'єкцій ліки розчиняють не дистильованою водою, а фізіологічним розчином?

Виступ учнів з випереджувальним завданням про кров «Дивуй».

Усього кров дорослої людини (5-6 л) має таку велику кількість еритроцитів, що якби їх розмістити в один ряд, вони б утворили б такий довгий ланцюжок, який би огорнув земну кулю по екватору 5 разів.

У 5 літрах крові дорослої людини міститься 25 млн еритроцитів, їх загальна поверхня досягає 30 тисяч квадратних метрів (приблизно в 1600 разів більше поверхні людського тіла, тобто більше третини гектара).

У донора можна брати кров у середньому раз на місяць- 450 мл у чоловіків та 350 мл у жінок, але не більше ніж 8 разів на рік

У дорослої людини щогодини відмирає 1 млрд еритроцитів, 5 млрд лейкоцитів, 2 млрд тромбоцитів, одночасно йде заміна відмерлих на нові лейкоцити і тромбоцити.

Через кожен ділянку тіла в середньому за добу проходить 200 тис. літрів крові

Втрата організмом 1/3 частини крові часто є несумісною з життям

Завдання: заповнити таблицю «Формені елементи крові».

Клітини крові	Ознаки					
	Кількість в 1 мм ³	Тривалість життя	Будова	Місце утворення	Місце руйнування	Функції
Еритроцити						
Лейкоцити						
Тромбоцити						

Текст для самостійної роботи

Формені елементи крові – це еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, загальний об'єм яких становить 40-45% об'єму крові людини. В 1мм³ крові дорослої людини в нормі міститься 4,1- 5,9 млн еритроцитів, 4,4 -11,3 тис. лейкоцитів і 150 - 400 тис. тромбоцитів. Кількість формених елементів залежить від віку, статі, стану здоров'я людини. Під час захворювання кількісні показники клітин крові в людини змінюються. Отримати ці показники, встановити причини їх відхилень, діагноз, можна, зробивши аналіз крові. Збільшення формених елементів називають еритро-, лейко-, тромбоцитозом, а зменшення еритроцито-, тромбоцито- та лейко- лейкопенією.

Еритроцити – червоні, без'ядерні клітини двогнутої форми, утворюються у червоному кістковому мозку, живуть 100-120 діб; транспортують кисень і частково вуглекислий газ. Лейкоцити – мають ядро, здатні до амебоїдного руху, утворюються у червоному кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах; захищають організм від хвороботворних мікроорганізмів, забезпечують імунітет. Живуть 6-10 годин, 3-5 діб чи декілька років (залежно від виду). Тромбоцити – безбарвні, без'ядерні клітини округлої форми, утворюються у червоному кістковому мозку, живуть 8-12 діб. Беруть участь у зсіданні крові. Всі клітини руйнуються у печінці та селезінці.

Вчитель. А тепер настав час досліджень. Ми рухаємось до дослідницької лабораторії. (Виконання лабораторної роботи «Мікроскопічна будова крові»).

5. Підсумки уроку.

Запитання:

Чому кров називають «дзеркалом організму»?

Де у житті знадобляться знання про кров?

Для чого створили технологічний замінник крові?

Штучна кров не буде містити жодних інфекцій, на відміну від донорської крові, при використанні якої є ризик передачі ВІЛ-інфекції, гепатиту, а також буде сумісною для усіх пацієнтів незалежно від їх групи крові. Поки ще не створений універсальний препарат, який міг би виконувати всі, або хоча б більшість функцій крові, і разом з цим бути максимально наближеним за якостями до природної тканини. Але наука стоїть на порозі створення такої рідини.

6. **Домашнє завдання:** Опрацювати параграф 17 с. 84-87 (підручник Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю.).

Розв'яжіть задачу: Кров займає 7% від маси тіла. Прорахуйте вагу крові для свого організму.

Виконайте ситуаційне завдання: «Уявіть, що ви – лікар. До вас звернувся пацієнт, який скаржиться на запаморочення, нудоту, має блідий покрив шкіри. Аналіз крові пацієнта показав: гемоглобін 75 г/л, еритроцити 3 млн, лейкоцити 7 тис, тромбоцити 400 тис. Встановіть діагноз».

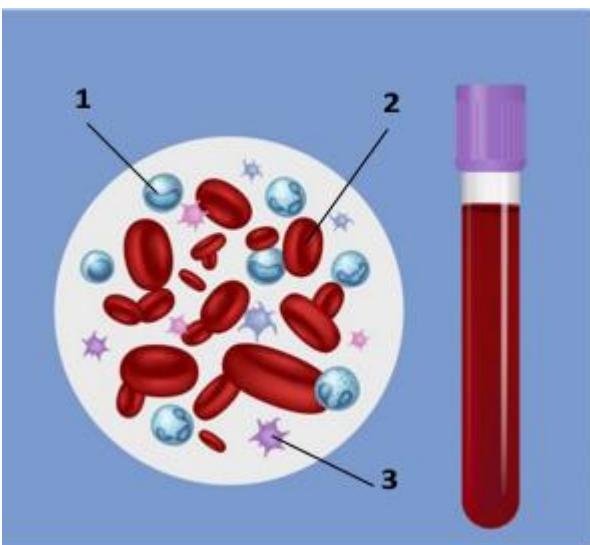
Лабораторна робота «Мікроскопічна будова крові»

Інструктивна картка.

Мета роботи: вивчити будову крові людини, навчитись розрізняти формені елементи крові людини на мікропрепараті.

Хід роботи

Завдання 1. Підпишіть структури, що зображені на малюнку.

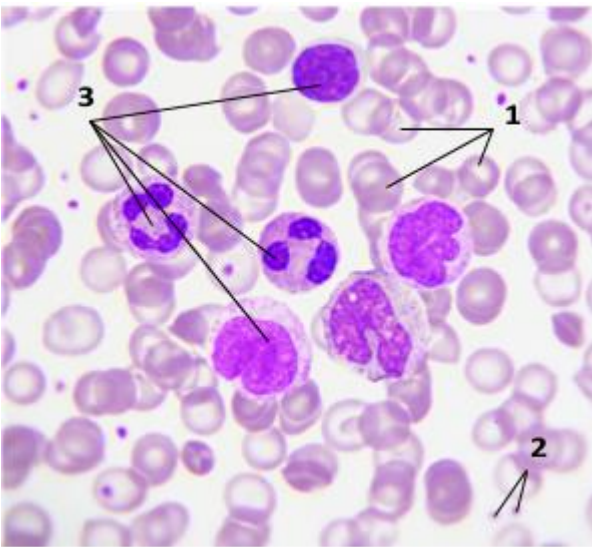


1 —

2 —

3 —

Завдання 2. Підпишіть структури, що показані на мікропрепараті крові

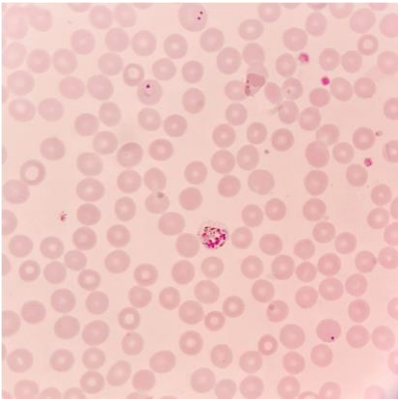
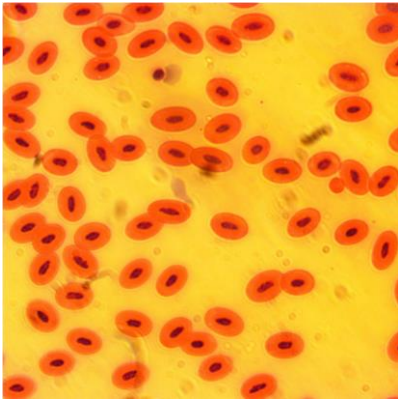


1 —

2 —

3 —

3. Виконайте завдання під фотографіями

	
Кров людини	Кров жаби
Питання: Які формені елементи крові ви бачите?	Питання: Які формені елементи крові ви бачите?
Відповідь:	Відповідь:
Питання: Яка структура відсутня в цих клітин?	Питання: Що відмінного у будові цих клітин у порівнянні з кров'ю людини?
Відповідь:	Відповідь:

Висновки:

1. Кров людини складається з

2. Під світловим мікроскопом (завдання 2) еритроцити мають

_____ колір, лейкоцити — _____ 3
 _____ ядрами, тромбоцити — теж
 _____.

3. Кров жаби, на відміну від крові людини,

_____ ядро.

Тема. Будова і функції серця. Біонічне серце.

Мета:

- розширити знання учнів про власний організм; вивчити особливості будови серця у зв'язку з його функціями;
- розвивати вміння встановлювати взаємозв'язок між будовою та функціями серця;
- формувати здоров'язберігаючі компетентності та компетентності продуктивної творчої діяльності;
- продовжувати формувати навички роботи з інформацією, розвивати пам'ять, мислення, вміння аналізувати, вміння порівнювати та узагальнювати; порівнювати органи кровообігу людини і тварин; характеризувати будову й функції серця;
- орієнтувати діяльність учнів на практичне використання знань про особливості серця людини, розвивати інтерес до біології, формувати активну життєву позицію.

Хід уроку

Організація класу:

Привітання, перевірка готовності до уроку. Нейровправа (нейрогімнастика).
<https://www.youtube.com/watch?v=NkiUOELndy8>

Мотивація навчальної діяльності:

В організмі людини є органи, які вражають своїми характеристиками та діяльністю. Наприклад: у 1902 році фізіолог О. Кулябко оживив серце дитини, яка померла від запалення легень, пропусканням через судини серця сольового розчину. Причому серце було виїняте з грудної порожнини через 20 годин після смерті. Вчений довів можливість підтримання життєдіяльності ізольованого серця людини.

Математичний розрахунок може охарактеризувати надзвичайну роботу серця: за одне скорочення з серця виштовхується 50 мл крові, за 1 хв. - 350 мл, за 1 годину – 21 л, за 1 добу – 504 л, за 1 рік – 184 000 л, протягом життя - 13 млн. літрів! А це складає 300 залізничних цистерн! Чим можна пояснити такі неймовірні можливості серця?

Повідомлення теми і мети уроку.

Сьогодні на уроці ми з'ясуємо: Що таке кровоносна система? Яка її будова та функції? Які особливості будови серця? Які його функції? І, на завершення, станемо вченими біоніками та спробуємо створити функціональну модель серця.

Актуалізація навчальної діяльності:

Ми вже знайомі з будовою кровоносних систем різних тварин. Пригадайте, у яких тварин вперше з'являється кровоносна система і у зв'язку з якими факторами? У кожній групі тварин кровоносна система має свої особливості.

Завдання.

Встановіть відповідність між особливостями кровоносної системи та групою тварин, яким властива така кровоносна система:

1. Серце видовжене, багатокамерне з численними отворами, кров безбарвна, до серця потрапляє з лакун;	А. дощовий черв'як
2. Серце двокамерне, через нього рухається венозна кров, одне коло кровообігу;	Б. корова
3. Серце чотирикамерне, аорта робить праву дугу, два кола кровообігу;	В. ворона
4. Серця немає, його роль виконують потужні кільцеві судини, кровоносна система замкнена.	Г. бджола
	Д. карась

Основна частина.

У людини, як і у ссавців кровоносна система складається з кровоносних судин та серця. Для чого потрібне серце в кровоносній системі?

Завдання.

Які основні характеристики серця людини? (с. 98, підручник Біологія людини. 8 клас. Матяш Н. Ю.) (учні працюють в групах, після презентації завдання, заповнюється опорний конспект, зразок у додатку до уроку):

- розташування і розміри серця;
- оболонки серця;

- відділи серця.

Під час презентації, вчитель демонструє анімаційну модель серця за посиланням https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Serce_lyudini-139728

Серцевий м'яз складається з особливих клітин, які називаються серцевими м'язовими клітинами. Перегляньте фрагмент відео з ВШО про особливості серцевих клітин за посиланням <https://youtu.be/lf1EOpcKdig>. Після перегляду відео, заповніть опорний конспект.

Крім означених вище структур серця, які забезпечують його роботу, є важливі утвори, які називаються клапанами. Перегляньте відео за посиланням <https://youtu.be/s4LIZk2bJA4>. Після перегляду поясніть значення клапанів для роботи серця.



Серце – це орган, який дуже інтенсивно працює. Відповідно, його тканини повинні отримувати поживні речовини, які транспортує кров. Знайдіть інформацію про кровопостачання серця в підручнику на с. 100 (підручник Біологія людини. 8 клас. Матяш Н. Ю). Які можуть бути наслідки при порушенні кровопостачання серця?

Інформація про штучне серце

У 1979 році американець Роберт Джарвік створив штучне серце Jarvik-7. У 1982 році перша людина з цим кардіопротезом прожила 112 діб. Це був Барні Кларк, стоматолог з Сіетла, який зголосився пройти новаторську процедуру, оскільки хотів зробити внесок у медичну науку. Штучне серце Jarvik 7 стало першим повністю штучним серцем, імплантованим як постійна заміна безнадійно хворого природного серця. Слід зауважити, що перше в історії штучне серце, окрім внутрішньої частини, розташованої в тілі людини, мало й зовнішню — пневматичний компресор масою 180 кілограмів. Це обмежувало свободу руху людей із таким апаратом. Модель «Jarvik 7» продовжувала розвиватися, і нині дві моделі його «наступників» випускає американська компанія [SynCardia](#). Сучасні моделі подібні між собою, але створені для людей з різними розмірами тіла. Ці протези призначені не для постійної заміни людського серця, а як тимчасовий орган, поки людина чекає на донорське серце. Цей пристрій також має зовнішню частину, яка вже важить лише 6 кілограмів і дозволяє людині вести активне життя за межами лікарні. За даними компанії, її штучне серце отримали 1700 пацієнтів у різних країнах світу. Але, у час

тотальної цифровізації, штучне серце набуло нових вдосконалень. 24 річному пацієнту з Казахстану імплантували серцевий насос, який заряджається через бездротову мережу. Система складається з індуктивної котушки приймача, акумулятора і внутрішнього контролера, які імплантовані в груди Турнсунова. Пристрій працює близько години від однієї зарядки, і коли Турнсунову потрібно його знову зарядити, він одягає жилет з зовнішньої котушкою, яка заряджає внутрішню котушку електромагнітним способом. Монітор на зап'ясті допомагає Турнсунову відстежувати роботу його «серця», і якщо батарея розряджається або пристрій відчуває інші серйозні несправності, спрацьовує внутрішня вібраційна сигналізація.



Вчитель. Пропоную відвідати біонічну лабораторію і створити функціональну модель серця.

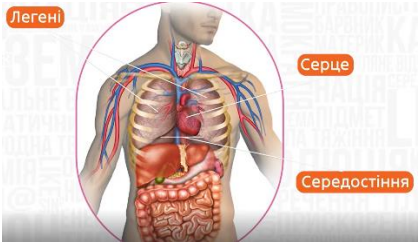
Створення функціональної моделі серця (інструкція до роботи у додатку).

Підсумки уроку.

Домашнє завдання. Опрацювати параграф 20 с. 97 – 101 (підручник Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю.) та роздруківки, з якими працювали на уроці.

Розв'яжіть задачу: скільки літрів крові ваше серце перекачує за 6 уроків, якщо за одне скорочення виштовхується 65 мл крові, а кількість скорочень за хвилину складає приблизно 70 раз?

Опорний конспект теми

Ознаки	Характеристика
<p>Розташування і розміри серця</p> 	<p>Серце - м'язовий порожнистий орган конусоподібної форми. Основна його функція – насосна. Маса незначна – 250 – 360 г. Розташоване в грудній порожнині, ззовні захищене грудною кліткою і майже повністю оточене легеньми. Знизу до серця прилягає діафрагма. 2/3 серця розташовані в лівій частині грудної порожнини, 1/3 – у правій. Маса серця в середньому складає лише 5 % від маси тіла людини (коливається в межах 250–360 г).</p>

<p>Перикард</p> 	<p>Зовні серце оточене навколосерцевою сумкою - перикардом, яка оберігає серце від розтягування під час наповнення кров'ю. Між серцем і перикардом є рідина, що зволожує серце і зменшує тертя під час скорочення. Звичайно в нормі у перикардіальній сумці міститься близько 30 мл рідини.</p>
<p>Оболонки серця</p> 	<p>Стінка серця складається з трьох шарів: внутрішнього – ендокарду, середнього м'язового – міокарда, зовнішнього сполучнотканинного – епікарда. Стінки камер відрізняються за товщиною. Товщина лівого шлуночка у 2,5–3 рази товще стінок правого.</p>
<p>Камери серця</p> 	<p>Серце людини складається з 4 камер: двох передсердь (правого і лівого) і двох шлуночків (правого та лівого). Ліва і права частини розділені серцевою перегородкою. У правій половині рухається венозна кров, у лівій – артеріальна.</p> <p>Передсердя – це відділи серця, у які кров збирається з вен.</p> <p>Шлуночки – це відділи серця з яких кров надходить у артерії.</p>
<p>Клітини міокарду</p> 	<p>Міокард утворений особливою посмугованою м'язовою тканиною. Її клітини з'єднані між собою. Коли збуджується і скорочується одна клітина, то це збудження одночасно передається до всіх клітин передсердь або шлуночків. Наслідком цього є їхнє одночасне скорочення.</p>

Створюємо функціональну модель серця.

(використано з завдань Інженерного тижня)

Мета: застосувати теоретичні знання для моделювання будови серця.

Обладнання: 3 пластикові пляшки (об'єм 0,75 л), 2 пластикові кришки від цих пляшок, 4 шт. соломинок для напоїв, які можуть гнутися, вода – 1,2 л, харчовий барвник червоний, пластилін, клейка стрічка, шило чи ручне свердло.

Організація роботи: об'єднання учнів у робочі групи, інструктаж щодо роботи в групах.

Хід роботи.

Створюємо функціональну модель серця.

1. Просверліть в одній кришці від пластикової пляшки поруч два отвори для соломинок. Соломинки мають вільно проходити крізь ці отвори.

2. Зробіть в іншій кришці один отвір для соломинки і один — вдвічі менший за діаметром.

3. Зігніть дві соломинки під кутом 90 градусів. Вставте короткий бік однієї соломинки в іншу, зафіксуйте місце з'єднання скотчем.

4. Повторіть це ж саме з іншою парою соломинок.

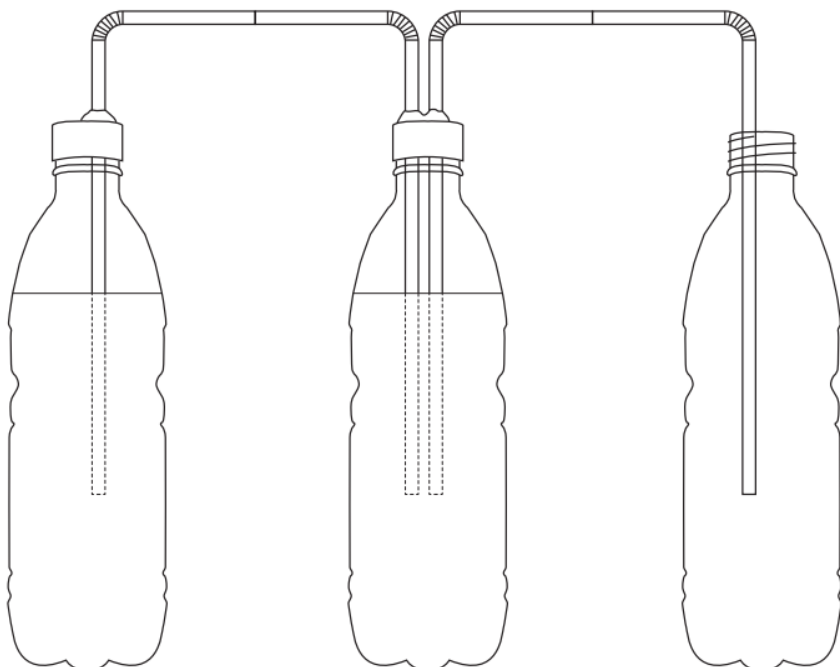
5. Наповніть дві пляшки водою на 80%, додайте до кожної з них однакову кількість харчового барвника.

6. Закрийте кришками та обережно збовтайте.

7. Виставіть пляшки на стіл у такій послідовності: наповнена, наповнена, порожня. Кришкою, з двома однаковими отворами, має бути закручена центральна пляшка.

8. Встановіть соломинки як показано на малюнку.

9. Заліпіть за допомогою пластиліну отвори, в які вставлено соломинки, щоб вони не пропускали повітря по краях. Готово!



Випробування.

У цій моделі перша пляшка (наповнена) — передсердя, друга (наповнена, центральна) — шлуночок, а третя (порожня) — легені. Ми будемо імітувати рух

від «передсердя» через «шлуночок» і до «легень». Ваші пальці будуть виконувати роль клапанів серця. Однією рукою затисніть соломинку між «передсердям» та «шлуночком». Тепер натисніть другою рукою на сам «шлуночок», дивіться, як «кров» надходить в «легені» та «тіло». Продовжуйте натискати на «шлуночок», відпустіть першу соломинку і затисніть ту, що веде до порожньої пляшки — «кров» до «легень» перестала надходити. Відпустіть «шлуночок». Повторіть теж саме, щоб знову перекачати трохи «крові» до «легень». Спробуй робити це ритмічно.

Тема: Слухова сенсорна система. Будова і функції органу слуху.

Мета:

- розширити знання учнів про власний організм; вивчити особливості будови органу слуху у зв'язку з його функціями;
- розвивати вміння встановлювати взаємозв'язок між будовою та функціями слухової сенсорної системи;
- формувати здоров'язберігаючі компетентності та компетентності продуктивної творчої діяльності;
- продовжувати формувати навички роботи з інформацією, розвивати пам'ять, мислення, вміння аналізувати, вміння порівнювати та узагальнювати; порівнювати органи слуху людини і тварин; характеризувати будову й функції органу слуху;
- орієнтувати діяльність учнів на практичне використання знань про особливості слуху людини та будову органу слуху, розвивати інтерес до біології, формувати активну життєву позицію.

Хід уроку

Організація класу:

Привітання, перевірка готовності до уроку. Нейровправа (нейрогімнастика).
<https://www.youtube.com/watch?v=NkiUOELndy8>

Мотивація навчальної діяльності:

Чи чули ви історію про «летючого голландця»? В основі легенди лежить образ мужнього мореплавця епохи великих відкриттів XV—XVI століть, коли води океанів борознили вітрильники. За зухвалий виклик вітрам і бурям Бог прокляв і жорстоко покарав того мореплавця: він приречений довічно блукати морями й океанами на своєму кораблі, повному мерців. Від одного моряка до іншого протягом багатьох сотень років передаються легенди про таємничі кораблі-привиди. Кажуть, фантоми кораблів з'являються на горизонті, щоб так само швидко й зникнути. Багато з них описуються як покинуті за дивних обставин судна. У Світовому океані знаходять сотні кораблів із зниклими екіпажами або мертвими людьми на борту.



Також багато є підводних човнів, які зникли за дивних обставин. Вчені ці загадкові причини зникнення пояснюють утворенням інфразвукових коливань.
Як звукові хвилі діють на організм людини? Які органи сприймають звуки?

Повідомлення теми і мети уроку.

Сьогодні на уроці ми з'ясуємо: Що таке слухова сенсорна система? Яка будова та функції органу слуху? Які звуки може сприймати орган слуху людини та як вони впливають на організм людини? Які особливості будови кортієвого органу, який забезпечує перетворення звукових сигналів у нервові імпульси?

Для чого використовують кохлеарний імплант?

І, на завершення, станемо вченими біоніками і спробуємо створити функціональну модель вуха.

Актуалізація навчальної діяльності:

Ми вже знайомі з органами чуття різних тварин. Пригадайте, які особливості має орган слуху у різних тварин?

Завдання.

Виконайте вправу за посиланням <https://learningapps.org/watch?v=pot2a8w2j23> і ви побачите зображення органу, про який ми дізнаємось більше на уроці.

Основна частина.

Завдання.

Яке значення має слух для людини? (складання схеми)



Перегляньте уривок відео за посиланням <https://youtu.be/YlybekseD-I>. Про які характеристики йде мова у відео? Які особливості органу слуху дають можливість сприймати звуки? Орган слуху входить до складу слухової сенсорної системи.

Завдання.

Опрацювати схему на ст. 210 мал. 170 (підручник Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю.) і назвати частини слухової сенсорної системи.

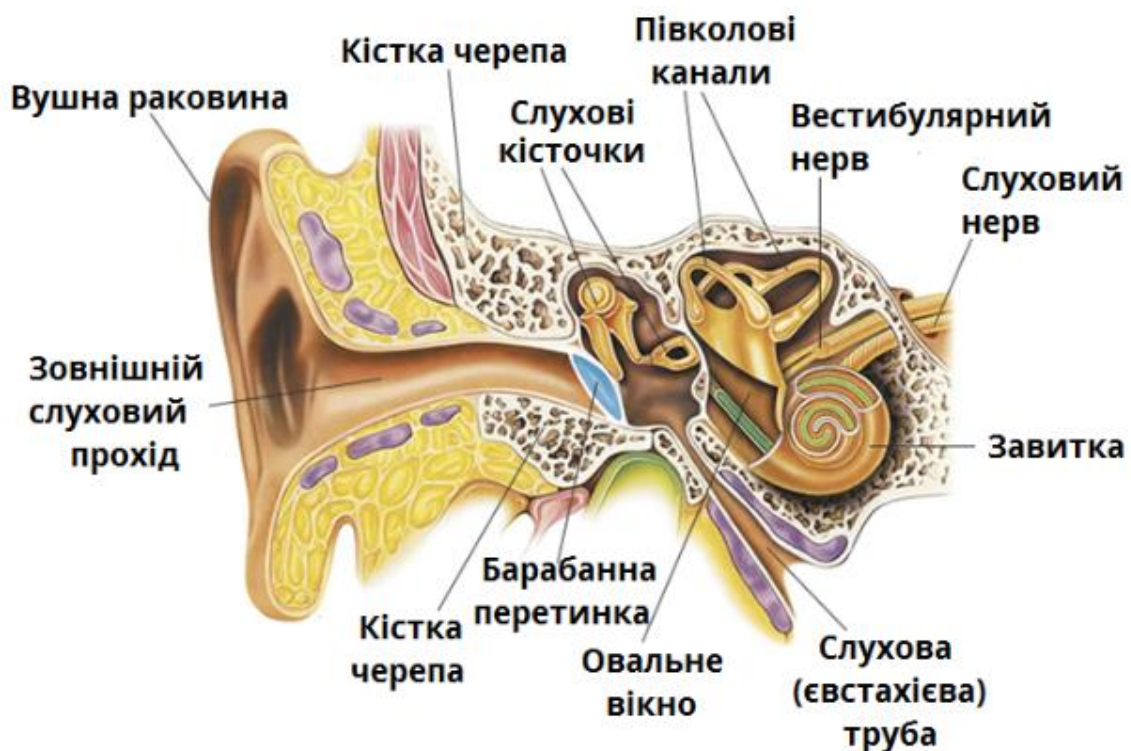
Орган слуху складається з трьох частин.

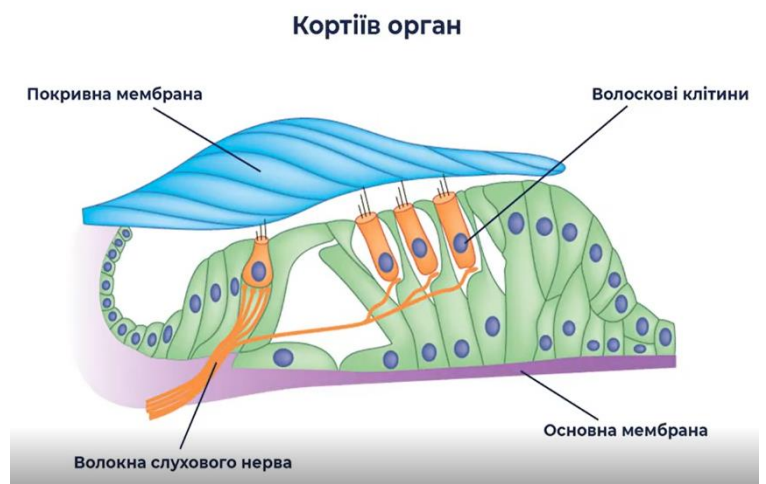
Завдання.

Продивитися анімаційне відео про будову вуха за посиланням https://ua.mozaweb.com/Extra-3D_sceni-Vuho_ta_sluh-139742 і заповнити таблицю:

Частина вуха	Елемент будови	Функція
Зовнішнє	Вушна раковина	Спрямовує звукові коливання до зовнішнього слухового проходу
	Слуховий прохід	Спрямовує звукові коливання до барабанної перетинки. Містить волоски та залози, які виділяють вушну сірку
	Барабанна перетинка	Звукові хвилі спричиняють коливання барабанної перетинки, що передаються на слухові кісточки
Середнє	Барабанна порожнина	Містить слухові кісточки, м'язи (м'яз - натягувач барабанної перетинки) та євстахієву трубу
	Слухові кісточки	Молоточок, коваделко, стремінце – посилюють звукові коливання і передають їх на овальне вікно внутрішнього вуха

	Євстахієва (слухова) труба	Забезпечує зв'язок середнього вуха з носоглоткою, що необхідно для врівноваження атмосферного тиску та тиску в барабанній порожнині
Внутрішнє	Завитка	Містить кортіїв орган, де розміщені механорецептори слуху – волоскові клітини
	Півколові канали	Є частиною вестибулярного апарату





Завдання

На ст. 210 підручника описаний механізм роботи слухового рецептору. Опрацювати інформацію і скласти схему передачі звукових коливань.

Звукова хвиля надходить до вушної раковини → спрямовується у зовнішній слуховий прохід → коливання барабанної перетинки → коливання слухових кісточок: (молоточок → коваделко → стремінце (підсилення звуку) → коливання овального вікна → коливання ендолімфи всередині завитки → натискання покривної мембрани на волоскові клітини (слухові рецептори) → виникнення нервового імпульсу → передача імпульсу на слуховий нерв → середній мозок → скронева доля кори півкуль.

На жаль, досконалий орган слуху іноді дає збій і виникають порушення слуху, навіть глухота. Як бути людям, у яких пропав слух? Тут постаралися вчені дослідники і створили прилади, які допомагають таким людям. Існують апарати, які дієві при туговухості. Але, коли зовсім пропадає слух, допомагає штучне вухо або кохлеарний імплант. Перегляньте відео за посиланням **Кохлеарний імплант** <https://youtu.be/tiHkGFRRFOM>.

Отже, *кохлеарний імплант* – це по суті різновид слухового апарата. Однак вони не просто підсилюють звук. Вони замінюють волоскові клітини внутрішнього вуха і передають звукову і мовну інформацію за допомогою слабких електричних розрядів прямо до слухового нерва. Зовнішня частина системи розміщується за вухом. Вона складається зі звукового мовного процесору, котушки, і кабелю, що їх пов'язує. Внутрішня частина – кохлеарний імплантат, який складається з приймача-стимулятора (розміщується на кістці під шкірою за вухом) і електродної решітки, що вживлюється до завитки.

Мовний процесор уловлює звук, перетворює його на цифровий сигнал та здійснює його обробку. Котушка передає ці сигнали до приймача-стимулятора імплантату. Приймач, який вживлюється під шкіру, перетворює цифрову інформацію на електричні імпульси, які подаються на електродну решітку. Електродна решітка, встановлена в завитку, стимулює слуховий нерв і мозок отримує ці імпульси по слуховому нерву, сприймаючи їх як звук. Кохлеарні імпланти призначені для довічного використання.



Вчитель. Пропоную відвідати біонічну лабораторію і створити функціональну модель вуха.

Створення функціональної моделі вуха (інструкція до роботи у додатку)

Підсумки уроку.

Домашнє завдання: опрацювати параграф 44 с. 207 – 210 (підручник Біологія 8 клас. Матяш Н. Ю.) та роздруківки, з якими працювали на уроці.

Виконати лабораторне дослідження за інструкцією, яка наведена в додатку до уроку.

ДОДАТОК

СТВОРЮЄМО ФУНКЦІОНАЛЬНУ МОДЕЛЬ ВУХА

(використано з завдань Інженерного тижня)

Мета: застосувати теоретичні знання для моделювання будови вуха.

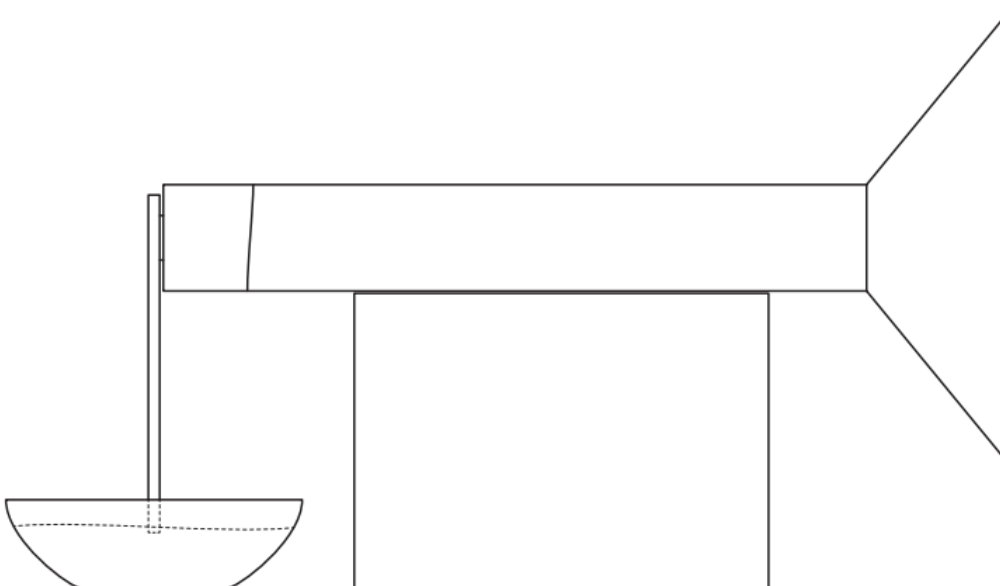
Обладнання: повітряна кулька, соломинка для напоїв, картонна втулка від паперового рушника/фольги, цупкий папір А4, картонна коробка, дерев'яна ложка, порожня ємність, велика пластикова чи металева миска, ножиці, фломастер, двосторонній і звичайний скотч, вода.

Організація роботи: об'єднання учнів у робочі групи, інструктаж щодо роботи в групах.

Хід роботи.

Створимо функціональну модель вуха.

1. Відріжте від повітряної кульки вузьку частину та відкладіть, вона не буде потрібна.
2. Широку частину кульки надіньте на один кінець втулки і закріпіть її скотчем. Кулька має бути щільно натягнута.
3. Зробіть конус з паперу і закріпіть його скотчем.
4. Вставте конус в отвір втулки. Відмітьте фломастером лінію, по якій конус перетинається з втулкою.
5. Вийміть конус і обріжте, відступивши від лінії 5 мм у бік звуження.
6. Знову вставте конус у втулку й надійно зафіксуйте скотчем.
7. Приклейте двостороннім скотчем верхній кінець соломинки до того боку втулки, на яку натягнуто кульку.
8. Поставте на стіл порожню ємність, а поряд з нею коробку.
9. Покладіть на коробку «модель вуха» і зафіксуйте скотчем.
10. Налийте у ємність стільки води, щоб кінчик соломинки лише трохи в неї занурився. За потреби трохи підріжте соломинку.



Випробування

Піднесіть до протилежного кінця «моделі вуха» пластикову чи металеву миску, тримайте ближче до конуса, але не торкайтесь його. Спостерігаючи за водою, стукніть дерев'яною ложкою по дну миски, створивши гучний звук. Ви побачите брижі — дрібні хвилі на поверхні води? Так розповсюджується звук.

Підказка

Якщо ви не побачите руху на воді, спробуйте утворити більш гучний звук — стукніть по мисці з більшою силою; прикріпіть до втулки конусу більшої довжини та діаметру; використайте соломинку більшого діаметра; краще натягніть кульку на кінець втулки.

Лабораторне дослідження

Вимірювання порогу слухової чутливості.

Мета: вимірювання порогу слухової чутливості людини.

Обладнання: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

Хід роботи:

Дослідження виконуються за участю 2 – 3 осіб.

Завдання 1. Визначення абсолютного порога слуху.

1. Перший учень сідає на стілець і заплющує очі. Другий учень повільно наближає механічний годинник до вуха першого учня доти, доки той не почує звучання годинникового механізму.

2. Третій учень вимірює відстань, на якій перший учень почув звук (від вуха першого учня до годинника).

3. Повторіть дослід тричі для лівого й правого вух. Запишіть в таблицю одержані дані та знайдіть середнє значення.

4. Учні міняються ролями і визначають величину індивідуального порога слухової чутливості.

Завдання 2. Демонстрація слухової адаптації.

1. Перший учень знову сідає на стілець і заплющує очі. Другий учень підносить годинник близько до вуха першого учня. Після 4-5 с другий учень починає повільно віддаляти його від вуха першого учня доти, доки той перестане чути звучання годинникового механізму.

2. Третій учень вимірює відстань від вуха першого учня до точки, коли той перестав чути звучання годинникового механізму.

3. Повторіть дослід тричі для лівого й правого вух. Запишіть одержані дані та знайдіть середнє значення відстані.

4. Учні міняються ролями.

- Чому виміряна відстань за віддалення годинника від вуха більша, ніж у разі наближення його до вуха?

- Зробіть висновок: про що свідчить підвищення порога слухової чутливості?

Дослід	Відстань в см.
--------	----------------

	Праве вухо	Ліве вухо
1		
2		
3		
Сумарно		

РОЗДІЛ II. ПОЗАКЛАСНІ ЗАХОДИ

Виховний захід з біології для учнів 9 класу Тема. Жива істоти – X (або історія «споживання» їх світом)

*С. О. Гончаренко, учитель біології і екології
Канівської гімназії імені Івана Франка
Канівської міської ради, старший вчитель*

Мета: актуалізувати теоретичні відомості для розуміння необхідності вирішення практичних потреб людства. Формувати та розвивати технічне (інженерне) мислення учнів з використанням елементів біоніки та вміння практично їх застосувати.

Розвивати спостережливість, креативне мислення, увагу, уяву, вміння аналізувати, порівнювати й узагальнювати, робити висновки, вміння працювати в команді.

Виховувати дбайливе ставлення до природи, людяність, екологічну свідомість.

Ключові компетентності, що формуються під час заходу:

Спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами:

- усно й письмово тлумачити біологічні поняття, факти, явища, закони, теорії;
- описувати (усно чи письмово) експеримент, послуговуючись багатим арсеналом мовних засобів — термінами, поняттями тощо;
- обговорювати проблеми біологічного змісту.

Математична компетентність:

- застосовувати математичні методи для розв’язання біологічних проблем, розуміти й використовувати математичні моделі природних явищ і процесів.

Компетентності у природничих науках, техніці і технологіях:

- пояснювати явища в живій природі, використовуючи наукове мислення;
- самостійно чи в групі досліджувати живу природу, аналізувати й визначати проблеми довкілля;
- оцінювати значення біології для сталого розвитку.

Інформаційно-цифрова компетентність:

- використовувати сучасні цифрові технології та пристрої для спостереження за довкіллям, явищами й процесами живої природи;
- шукати, обробляти та зберігати інформацію біологічного характеру, критично оцінюючи її

Уміння вчитися впродовж життя:

- організовувати й оцінювати свою навчально-пізнавальну діяльність, зокрема самостійно чи в групі планувати й проводити спостереження та експеримент, ставити перед собою цілі й досягати їх, вибудовувати власну траєкторію розвитку впродовж життя.

Ініціативність і підприємливість:

- генерувати ідеї й ініціативи щодо проектної та винахідницької діяльності, ефективного використання природних ресурсів;
- прогнозувати вплив біології на розвиток технологій, нових напрямів підприємництва;
- керувати групою (надихати, переконувати й залучати до діяльності, зокрема природоохоронної чи наукової).

Очікувані результати:

- описує (усно чи письмово) експеримент, послуговуючись багатим арсеналом мовленнєвих засобів — термінами, поняттями тощо;
- використовує сучасні цифрові технології та пристрої для спостереження за довкіллям, явищами й процесами живої природи;
- шукає, обробляє та зберігає інформацію біологічного характеру, критично оцінюючи її;
- організовує й оцінює свою навчально-пізнавальну діяльність;
- генерує ідеї й ініціативи щодо проектної та винахідницької діяльності;
- керує групою (надихає, переконує й залучає до діяльності, зокрема природоохоронної чи наукової) та працює в команді під час виконання біологічних дослідів і проектів;
- усвідомлює значущість здобутків біологічної науки, варіативність математичних методів у розв'язанні біологічних проблем і задач;
- дотримується авторського права, етичних принципів поводження з інформацією;
- відстоює власну позицію щодо ухвалення рішень;
- турбується про здоров'я своє та інших людей, проявляє ціннісне ставлення до навколишнього середовища як до потенційного джерела здоров'я, добробуту та безпеки людини і спільноти.

Обладнання: гаджети з доступом до інтернет-ресурсів, мультимедійна презентація до вправи – «Читайлики – вибувайлики», аркуші А-4, ручки.

Форма проведення: навчальне кафе.

Технології: Вправа – «Читайлики – вибувайлики»; STEM –технологія "Біоінноваційний ярмарок"; STEM–технологія «Пошук слів»; вправа «Кожному своє».

ХІД РОБОТИ

Ведучий 1. Вітаємо Вас у навчальному кафе «ЖИВІ ІСТОТИ – Х» (або історія «споживання» їх світом).

«Хто володіє інформацією, той володіє світом». Автором цього відомого висловлювання є Натан Ротшильд – англійський банкір, бізнесмен, фінансист, а сказане воно було більше двох століть тому. Чи не втратив цей вислів своєї актуальності? Щоб дати відповідь, запрошуємо вас у світ сучасної науки! На вас чекають спілкування, обговорення, створення та обмін інформацією. Одним словом - ВІДКРИТТЯ!

Ведучий 2. Рухайся, як ми! Запальні танці. Етап перший - це підказка для розгадки таємниць. (Вправу повторити декілька разів. Час 5-7 хв.). **ВІДКРИТТЯ!**



Ведучий 2. Що ви відчуваєте? Які у вас думки?

Ведучий 1. Як ви зрозуміли, мова піде про біоніку. Біоніка – це наука, що виникла зовсім недавно, об'єднавши знання біології, фізики, техніки та математики. Ми спробуємо розгадати таємниці «ЖИВИХ ІСТОТ – Х (або історію «споживання» їх світом)». Чи можна її назвати містком – між світами живого і штучного? (Робота з учасниками).

Ведучий 2. Результати біонічних досліджень мають широке застосування – і саме це вселяє надію на те, що біоніка зможе проникнути туди, куди ще ніхто не проникав, та побачити те, чого ще ніхто не бачив! Отже, навчальне кафе ЖИВІ ІСТОТИ – Х (або історія «споживання» їх світом). Чому істоти Х? Про яке споживання йде мова? Все поступово. І можливо, ви, глядачі, вже під час гри приєднаєтесь до нас і станете активними учасниками.

Ведучий 1. Вправа «Читайлики – вибувайлики».

Крок 1. Перед учнями закодована інформація QR – кодом (робота може супроводжуватись презентацією). Учні самостійно вивчають інформацію (10 хв.). Обираємо учасника, який слідкує за часом.



Крок 2. Учні індивідуально працюють на аркуші паперу, на якому складають список мінімум *трьох думок /відповідей/ тверджень*(5 хв.).

Крок 3. Обговорення. Учні встають, а вчитель запрошує когось поділитися однією із записаних ідей. Усі уважно слухають та викреслюють у себе те, що вже сказав інший учень.

Крок 4. Учні сідають, коли всі їхні ідеї були названі іншими.

Крок 5. Учитель продовжує запрошувати учнів відповідати, поки всі не сядуть. Оскільки вчитель слухає ідеї чи інформацію, що є спільною для учнів, він може встановити, чи існує загальний рівень розуміння теми, чи існують прогалини у знаннях та критичному розумінні матеріалу.

Очікувані відповіді. *Світ природи невичерпний на творчість. Завдання людини полягає в тому, щоб вибрати для себе щось корисне й доцільне та перенести його у своє життя, але так, щоб не нашкодити ні собі, ні нащадкам, ні природі. Історія винаходів не стоїть на місці, тому кожен із нас має безліч шансів стати учасником біонічних досліджень та відкривачем нових шляхів застосування скарбів природи на користь людству. Змінюючи так часто негативно природний світ, людство паралельно продовжує бути учнем цього дивовижного та мудрого вчителя: результати бувають різні, проте з нами і далі залишаються захоплення й азарт піднятися вище, пірнути глибше, летіти довше. Можливо, втілити ці прагнення допоможе біоніка.*

Ведучий 1. Поміркуйте: цікаве й важливе від природи лежить на поверхні або глибоко заховане! Про які відкриття йдеться?

Ведучий 2. Так, у природі все заховане. Яку б задачу ми не вирішували, який механізм не розробляли, обов'язково вже є аналогічне творіння

універсальної майстерні – ПРИРОДИ. У більшості випадків вони перевершують все те, що власноруч створила ЛЮДИНА.

Запрошуємо учасників на «Біоінноваційний ярмарок» (STEM – технологія) (умови та критерії конкурсу необхідно оголосити заздалегідь і нагадати під час ярмарку). Ярмарок проводиться у довільному стилі спілкування. Обираємо учасника, який слідкує за часом (заплановано 15-20хв.).

Умови:

1. Учасники мають можливість презентувати свої дослідження під час презентацій.
2. Обговорити їх значущість для людства.
3. Оцінюються проекти за критеріями наукової ваги, креативності та практичності.
4. Цінується командна співпраця.

Учні представляють свої проекти з використанням STEM у біології (включаючи віртуальні моделі клітин, дослідження генетичних аспектів або дизайн біомедичних пристроїв).

Запрошені експерти у сфері біології та STEM-технологій для презентацій (вчителі інформатики, фізики, учні-переможці олімпіад природничого напрямку) оцінюють проекти за критеріями.

Кращі ідеї будуть визнані та нагороджені експертами.

Ведучий 1. Із попереднім завданням ви впорались блискуче! Нагородження учасників та переможців попереду. А зараз пропоную зайти за QR –кодом.

STEM –технологія «Пошук слів». Учні максимально швидко відшуковують слова. Коли всі поняття знайдено, діти за бажанням пояснюють їх значення та наводять приклади (користь людству, біоніка, винахід, наслідування, прототип).
<https://wordwall.net/uk/resource/63716133/%d0%ba%d0%bb%d1%8e%d1%87-%d1%82%d0%b5%d0%bc%d0%b8>.



Ведучий 2. Вправа «Кожному своє». Пропонуємо глядачам обрати цікаву для себе категорію. Таким чином сформується групи.

1. <https://dovidka.biz.ua/leonardo-da-vinchi-vinahodi-ta-vidkrittya/> або



2. <https://chatgpt.com.ua/post/yak-stvoryuvali-shtuchniy-intelekt>



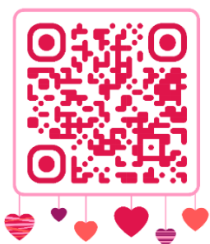
3. <https://focus.ua/uk/technologies/601248-krihitni-ta-motorni-vcheni-stvorili-roslinnih-mikrorobotiv-dlya-likuvannya-hvorob-video> - *мікроботи*



4. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3780053-50-000-ruhiv-za-sekundu-u-cehii-rozrobili-ultrazvukovij-kuhonnij-niz.html> *ультразвуковий ніж*



5. <https://cikavosti.com/robot-u-formi-doshhovogo-chervyaka-stvorenyj-dlya-robit-v-skladnyh-pidzemnyh-umovah-foto-video/> *робот-дощовий черв'як*



Ведучий 1.

Відкрити заховане, ознайомитись (до 5 хв). Після чого за 2 хв. переконати присутніх, що винахід саме нашої групи є найвагомим для людства. Але за умови використання слів або тверджень: користь людству, біоніка, винахід, наслідування, прототип, сталий розвиток.

- Немає меж для біоніки!

- Хто володіє інформацією, той володіє світом! - ЖИВІ ІСТОТИ – позначені X- (історія «споживання» їх світом).

Журі підбиває підсумки, оголошує переможців, вручає призи.

Ведучий 1.

На завершення хочу висловити подяку за увагу та активну участь. Сподіваюся, що наша подорож у світ біології та STEM-технологій стала цікавою та корисною для вас.

Ведучий 2.

Пам'ятайте, що невичерпна цікавість та постійне навчання - ключі до розвитку та вдосконалення. До зустрічі на нових заходах та пригодах! Бажаю вам успіху та невичерпного джерела *інспірації*. Дякую та до побачення!

Позакласний виховний захід на тему:
«Біоніка-техніка природи»



*Л. О. Шинкаренко,
учитель біології
Черкаської
спеціалізованої школи
№27 I-III ступенів ім.
М.К. Путейка*

Тема. Біоніка-техніка природи.

Мета: зацікавити учнів/учениць вивченням таємниць живого, виховувати любов до природи; показати можливості науки щодо вирішення складних технічних проблем наукового та технічного прогресу; познайомити з діапазоном дослідницької діяльності вчених у галузі біоніки; формувати цілісність науково-природничої картини світу; розвивати інтелектуальні вміння: аналізу, синтезу, порівняння; логічне мислення, здатність застосовувати отримані знання у різних ситуаціях; сформувати ключові компетентності з використанням елементів біоніки

Наскрізнi освітні лінії, реалізовані в сценарії: екологічна безпека та сталий розвиток (необхідність відповідального ставлення до природи як невичерпного джерела підказок для науки і техніки); здоров'я і безпека (розуміння природних явищ і процесів та їх вплив на організм і науково-технічний прогрес); громадянська відповідальність (колективна дослідницька діяльність, проєктна діяльність, розвиток толерантності щодо різноманітних думок, важливість національної ініціативи та мови, розвиток комунікативних компетентностей, розучування віршів як активний прийом поповнення словникового запасу у дітей); підприємливість і фінансова грамотність (практичні аспекти фінансових питань, здатність успішно діяти в технологічному швидкозмінному середовищі)

Учасники: вчитель у ролі ведучого, команди учнів/учениць:

1. «Тепловізори»
2. «Ладзаро Спалланцані»
3. «Гідравлічні лапи»
4. «Двигуни-реготуни»
5. «Вуха» медузи»
6. «Синоптики»
7. «Шкіра-прискорювач»
8. «Броніки від біоніки»
9. «Послідовники Ейфеля»

I. Вступне слово вчителя про науку біоніку:

Біоніка-наука складна, але цікава,

Вона до біології дотична є по праву:

І барометр, і локатор,

Запахів аналізатор,

Синхрофазотрон, літак -

У природи ми за «так»
Копіюємо предмети,
Щоб наповнити планету
Кораблями, двигунами
І підводними човнами;
Є броня, приціл оптичний,
Навіть, привід гідравлічний!
Жаба, в'юн, маленька п'явка,
Павуки, птахи, жуки,
Риби, жаби, плазуни,
І кальмари, й кажани-
Назбиралося народу
В лаборантській у природи!
Винаходи «патентує»,
І людині презентує!
Бо природа-геніальна:
Конструює ідеально-
Як прекрасний будівник
І великий трудівник!
Подолають перешкоди
Всі закони у природи!

Для нас у ХХІ ст. звичними стали атомні електростанції, синхрофазотрони, надзвукові літаки, кольорове телебачення, зоряні кораблі, що борознять космічний простір. Приймаючи сьогодні, як належне, всі ці звершення людського генія і нічому не дивуючись, ми не перестаємо захоплюватися творіннями живої природи. Чого тільки немає в її «патентному бюро»!

Гідравлічний привід? Будь ласка, у павука. Пневматичний відбійний молоток? Ось він, у земляної оси. Ультразвуковий локатор? У кажана. Реактивний двигун? У кальмара. Точний барометр? У жаби, в'юна, п'явки.

Запахоаналізатор, здатний розрізняти 500 тисяч запахів? У звичайної собаки-дворняжки. Справді, «на вигадки природа щедра».

Жива природа — геніальний конструктор, інженер, технолог, великий зодчий і будівельник. Мільйони років вона відпрацьовувала і вдосконалювала свої творіння. Природний відбір безжально відкидав усе, що не могло пристосуватися до умов існування.

Прикладом можуть бути «навігаційні системи» деяких тварин. Так, гігантські морські черепахи для відкладання яєць здійснюють тривалі подорожі безкрайними просторами Тихого й Атлантичного океанів - на відстань до 6 тис. км, із завидною, для найдосвідченішого штурмана, точністю знаходячи дорогу додому.

Жива природа з давніх-давен була для людини джерелом натхнення в її прагненні до наукового й технічного прогресу. Протягом усієї своєї історії людина вчилася в природи, копіювала її «винаходи», була найретельнішим її учнем. Ще давньогрецький філософ Демокріт зазначав: «Від тварин ми шляхом наслідування навчилися найважливіших справ, а саме: ми учні павука в ткацькому і кравецькому ремеслах, ми учні ластівок — у будівництві житла і співучих птахів — у співах. Природа сама навчає нас сільського господарства...»

Відомий американський математик Норберт Вінер звернув увагу вчених усього світу на загальні закони керування й зв'язку в найскладніших машинах і в живому організмі.

У 1948 р. він опублікував книжку під назвою «Кібернетика, або керування і зв'язок у живих організмах і машинах». Вона викликала великий інтерес учених, хоч закони, які Вінер поклав в основу кібернетики, було відкрито й досліджено задовго до видання його книжки.

У розвитку кібернетики велику роль відіграли й біологічні науки, які вивчають процеси керування в живій природі. Але вирішальним у створенні кібернетики був розвиток електроніки й автоматики і, особливо, поява швидкодіючих обчислювальних машин. Творці найскладніших приладів запозичили ідеї конструювання в живих «приладах», створених природою і налагоджених упродовж століть жорстокою боротьбою за життя. Народилася ще одна наука - *біоніка*. Датою її виникнення офіційно вважають 13 вересня 1960 року - день відкриття в Дайтоні (США) американського національного симпозіуму на тему «Живі прототипи — ключ до нової техніки». Слово «біон» у перекладі з грецької мови означає «осередок життя».

Біоніка об'єднує зусилля фізиків і математиків, які разом з біологами проникають у таємниці живих організмів, щоб відкривати нові технічні принципи і на їхній основі створювати нові інженерні пристрої.

Протягом багатьох сотень років людина ставила природі мільйони запитань, основним з яких було «чому»? Зараз кількість «чому» набагато зменшилася, тоді як кількість «як» нечувано зросла. «Як це влаштовано?» - ось основне, найважливіше запитання біоніки. «Як повторити цей принцип?» — друга половина цього запитання.

Сьогодні ми розглянемо деякі досягнення біоніки та дізнаємось про те, які таємниці природи ще треба розгадати інженерам. Цілком можливо, що нам пощастить розкрити хоча б деякі з них...

II. Доповіді учнів.

(Доповіді супроводжуються демонструванням відеоматеріалів вчителем та проєктів учнями/ученицями).

1. Виступ команди «Тепловізори». Хто бачить тепло?

Скільки вже століть пройшло

Як досліджують тепло:

Рух частинок тіла

(Щоби не тремтіло),

Ядерні реакції і хімічні фракції,

Рух звичайний, механічний-

Джерело тепла класичне!

Як простий терморецептор

Може діять як акцептор?

Рухи зчитувать миттєво,

Жертву налякають суттєво?

Так, рептилії мобільні:

В жертву цілять безпомильно;

Орган є у них незвичний
До локації дотичний,
Під очима концентратор-
Зветься він термолокатор!
На мільйонні частки ватт
Реагує, як солдат!
Кобри, змії і гадюки
Точно мають таку штуку!
Комарі й сміттєві кури-
Тепловізорні натури!
Всім відомі прусаки
Лиш збиваються в купки
Де комфортно і тепло,
І господарям на зло!

Люди давно помітили, що гадюка, кобра та інші види отруйних змії навіть уночі безпомилково поціляють у свою жертву. Детально вивчивши будову голови змії, вчені з'ясували, що на її морді є мікроскопічні отвори, які ведуть до терморцепторного органа, що розміщений на голові, дещо нижче від очей. За допомогою такого пристосування їй вдається відчувати різницю температур буквально на одну стотисячну частку градуса. До прикладу: терморцептори шкіри людини можуть розрізняти лише десяті частки градуса. Термолокатор гримучої змії високочутливий: він реагує на сигнали, потужність яких становить мільйонні частки Вт.

Зараз учені й інженери детально досліджують принцип термолокації змії. Створюються термолокатори, подібні до природних. Слід відмітити, що інженерам вдалося сконструювати інфрачервоні детектори, які мають значно більшу чутливість, ніж детектори змії. Але це не означає, що вже немає потреби вивчати термолокатори змії. Справа в тому, що створена людиною система бачення в темряві,— це складний електронно-оптичний пристрій значної маси й об'єму. Тому інтерес до розшифрування зміїного «теплого ока» не послаблюється.

А поки «патент» розшифровується, принцип термолокації все ширше застосовується в техніці й побуті. Так, наприклад, створено спеціальну службу теплобачення. Вона приходить на допомогу у тому випадку, коли звичайними приладами важко помітити зміни. Наприклад, під шаром дерну горить торф. Ось тут і приходить на допомогу служба термобачення. Прилади чутливо фіксують усяку зміну температури середовища даної ділянки порівняно з навколишньою і визначають не лише наявність пожежі, а й її епіцентр.

Явище термолокації, тобто здатність організму визначати в просторі джерело теплової енергії та використовувати цю здатність для своїх життєвих потреб, притаманне значній кількості холоднокровних тварин. Зокрема, ямкоголові змії мають спеціальний утвір на голові, який здатний сприймати і реєструвати джерело тепла, яке відрізняється від оточуючих предметів на 0,01-0,05 °С. Завдяки цьому змії ефективно полюють на дрібних гризунів у повній темряві, орієнтуючись на їхні «теплові портрети». Інколи таку термочутливу структуру ще називають «третім оком».

Також своєрідний тепловий датчик розміщений в основі дзьоба самців сміттєвих курей, які використовують біологічне тепло куп хмизу або листя для інкубації яєць. Так, півень періодично встромляє дзьоб у купу хмизу, де гріються яйця, і реєструє температуру в цій зоні. Вона повинна бути близько 40°C. Якщо вона вища, то купа потроху розгрібається, охолоджується; якщо ж нижча, то півень добавляє органічного матеріалу. Досить успішно використовують принцип термолокації комарі, особливо самки, які в темряві успішно знаходять теплокровних, з яких п'ють кров. Очевидно, крім термолокації, вони орієнтуються і на запах поту, за градієнтом вуглекислого газу.

Усім відомі руді таргани (прусаки) чудово орієнтуються в просторі на джерело тепла і скупчуються саме в зонах теплового комфорту. Варто зауважити, що ця здатність притаманна лише холоднокровним тваринам, бо інакше їх термочутливі органи не змогли б реєструвати зовнішній теплоносний об'єкт відносно власного теплового тіла. До того ж, наприклад, змії можуть легко визначати і розміри теплих об'єктів, бо здатні полювати саме на дрібних гризунів, яких вони спроможні проковтнути.



Гримуша змія має глибокі термочутливі западини з обох боків голови між ніздрями і очима



В основі дзьоба самців сміттєвих курей розміщений своєрідний тепловий датчик



Самки комарів успішно знаходять теплокровних, використовуючи принцип термолокації

2. Виступ команди «Ладзаро Спалланцані». Локатори, що оживають

Кажан-маленький геній,
Що «бачить» уночі...
На швидкості шаленій
Звук ловлять приймачі-
Природа розв'язала
Локації задачу,
Й людині показала
Розгадку на додачу!
Ладзаро Спалланцані
Здійснив переворот:
Кажан в пересуванні

Задіяв вухо й рот!
Відомий Дональд Гріффін
Провів експеримент
І точно розповів він
Один такий момент:
Кажан в своїй гортані
Формує ультразвук,
Тому, коли дістане
До перешкоди звук-
Імпульс відбивається-
Локатор підключається,
Ловить здобич «на ура»
Рукокрила дівтора!
І дельфін не відстає:
Він сигнал розпізнає
Аж від місяця на небі
Та його фіксує в себе!
Ось чому в брудних глибинах
Корм відшукують дельфіни!

Перед другою світовою війною інженери розробили й реалізували *принцип радіолокації*.¹ Творці радіолокатора навіть не здогадувалися, що багато технічних задач, з якими їм довелося зіткнутися, були «розв'язані» природою мільйони років тому, що між одним з найдосконаліших творінь інженерного генія — радіолокатором і крихітною літаючою тваринкою є щось спільне. Не знали про це й зоологи. Вони знали лише, що кажани чудово орієнтуються у повній темряві. Але як?

Це тривалий час залишалося загадкою, над якою замислився видатний біолог і фізіолог XVIII ст. Ладзаро Спалланцані. Саме він уперше зумів

встановити, що нічне бачення кажанів пов'язане не з роботою їхніх очей, а з функцією органу слуху і ротової порожнини. Яким чином? Відповісти на це питання він не зміг. І лише після Другої світової війни американський учений Дональд Гріффін, ґрунтуючись на ідеях локації, розроблених інженерами, а також на фізичних поняттях звуку та ультразвуку, довів, що загадка Спалланцані пояснюється наявністю в кажана різючих щодо своєї досконалості органів ехолокації.

У кажана дуже сильна мускулатура гортані, яка створює великий натяг пружних і тонких голосових зв'язок, тож у гортані кажана виникають високочастотні коливання повітря, яке називається ультразвуком (до 75 тис. коливань за секунду, що вище від порогу людського слуху). Під час польоту кажан безперервно випромінює ультразвукові імпульси, спрямовані тільки в бік польоту. Довжина хвилі випромінюваних ультразвуків невелика, тому вони добре відбиваються навіть від малих перешкод. Коли кажан летить у відкритому просторі і на шляху немає перешкод, він випромінює порівняно довгі (0,01 с) і нечасті імпульси. Це економний режим роботи локаційного апарата: у відкритому просторі кажан не ризикує зіткнутися з перешкодою, а виявити здобич можна і при такій низькій частоті випромінювання. Але досить для того, щоб локаційний імпульс відбився від гілки дерева і навіть від крихітного москіта. При цьому локатор відразу змінює режим роботи, а саме: чим ближче об'єкт переслідування, тим вища частота випромінювання і коротші імпульси.

Використовуючи ультразвуковий локатор для ловлі здобичі, кажани нерідко й самі стають об'єктами полювання. Так, сови чують ультразвук. Маючи на крилах особливу бахрому, вони літають абсолютно безшумно, і чують ультразвукові голоси кажанів.

Орієнтація за відбитими звуками виявлена і в китоподібних. Як показали експерименти, дельфіни не тільки точно локалізують джерело звуку, а й за допомогою своїх високочастотних сигналів і відлуння, що повертається до них, отримують достовірну інформацію про навколишні предмети і відстань до них. Завдяки цьому вони спроможні відшукувати корм у каламутних водах і на значних глибинах навіть уночі.



Дослідження показали, що дельфіни проводять ехолокаційні клацання за допомогою фонічних губ (невеликі вібруючі структури, схожі з губами людини, які відіграють важливу роль в генерації звуків) на правому боці голови: саме цей бік вигідно тримати ближче до дна океану.



Кажани видають ультразвукові коливання, які допомагають точно визначити розташування жертви у цілковитій темряві

3. Виступ команди «Гідравлічні лапи». Гідравліка природи.

Справжні диво-хлопаки

Всім відомі павуки:

Здатні відчувати негоду,

Передбачити погоду;

Мають зір і гарний слух,
Відчувають запах мух;
І гойдають, як дитину,
Мушку в сітці павутини.
Швидко бігають розлогі
Павучка незвичні ноги:
В лапках зміниться об'єм-
Тиск прямує навзаєм!
Прилад гідравлічний знову
У природи вже готовий!
Топчуть світові дороги
Всюдиходи-павуки-
Гідравлічні чудо-ноги
Знов проторюють стежки!

Мало хто знає, скільки таємниць має павук. Павуки — добрі завбачники погоди, і вчених дуже цікавлять ці «барометри». Павуки відчувають запахи, мають зір і слух, чудово вловлюють найменшу вібрацію і натяг павутини.

Найдивовижніше в павуків — їхні кінцівки, а саме: павуки бігають, і досить швидко.

Учені з подивом установили, що ноги павука — це своєрідний гідравлічний привод, рідиною для якого є кров. Підраховано, що за дуже короткий час, майже раптово, павук може підвищити свій кров'яний тиск на пів атмосфери. Це досягається тим, що павуки дуже різко змінюють об'єм порожнини своїх лапок, а з фізики відомо, що зі зменшенням об'єму збільшується тиск. Але як павук примудряється блискавично зменшувати і так само швидко збільшувати об'єм порожнини лапок, учені до цього часу зрозуміти не можуть. Адже можна було б сконструювати машину з такими «ногами».

Людина намагається не тільки зрозуміти природу, вона наслідує її. Так, ученим вдалось створити всюдихід-павук. Це шестинога крокуюча машина, яка пройде там, де не зможе пройти ні колісний, ні гусеничний механізм. Усі її «ноги» всіяно датчиками. Лазерне «око» оглядає навколишній простір і повідомляє в керуючій пристрій про повороти дороги і перешкоди.

Машина-павук може знайти застосування для перенесення вантажів усередині приміщень, обстеження сільськогосподарських і лісових угідь, у пошукових геологічних партіях. Така машина може працювати і на дні моря, і на інших планетах.

На цей час крокуючі механізми широко застосовуються в усьому світі.

Членистоногі та молюски також є джерелом натхнення при створенні маніпуляторів- роботів. Наприклад, у серпні 2016 року інженери Гарвардського університету створили першого у світі автономного м'якого робота-восьминога. Через два роки американські дослідники зробили м'якого павука, що рухається за рахунок системи мікрофлюїдних каналів і камер, через які надходить кисень для руху.

У новому дослідженні інженери Колорадського університету у Боулдері (США) та Інституту інтелектуальних систем ім. Макса Планка у Німеччині використовували гідравліку ніг павуків для розробки м'якого робота. Дослідники перенесли гідравлічний принцип роботи павукових лап на свій пристрій. Автори сконструювали м'який електрогідравлічний привід з гнучкого резервуара з рідким діелектриком та двома підключеними на протилежних сторонах електродами та прикріпили його на основу із пластику.



Всупереч поширеній думці, м'язи в ногах павуків все таки присутні. Суглоби, що з'єднують ноги з тулубом, мають згинальні і розгинальні м'язи, суглоби лап - тільки згинальні. Випрямлення лап відбувається під тиском гемолімфи, силу якого контролюють згинальні м'язи. Під різним тиском кут нахилу суглобів змінюється. Коли павук втрачає гемолімфу або вмирає, тиск падає і лапки підтискаються до черевця.



Робот-павук з гарматою на радіо керуванні

4. Виступ команди «Двигуни-реготуни». Живі ракети

Рух ракети реактивний,
Він потужний і активний;
Реактивні літаки-
Стрімголови хлопчаки,
А всередині-дзигун:
Реактивний це двигун!
Де він взявся, незвичайний?
З біології, звичайно:
Каракатиця, кальмар
Разом з восьминогом-
Мають всі природний дар
Від самого Бога:
Струміль водний викидають-
Різко місце покидають
(Як бувало це не раз!)

Струменем керує м'яз,
А до м'яза нерв підходить,
Швидко збудження проводить;
Нерв кальмара-непростий:
Він в діаметрі-товстий!
Реактивністю тварини
Зацікавилась людина-
Так, на прикладі кальмара
Він і виник незабаром:
Найрухливіший бігун-
Реактивний наш двигун!

Реактивний рух, який зараз використовується в реактивних літаках, ракетах і космічних снарядах, властивий восьминогам, кальмарам, каракатицям і медузам. Усі вони використовують для плавання віддачу струменя води, який викидається. Саме це дало підставу назвати кальмарів біологічними ракетами. У м'язах кальмара внаслідок складних перетворень хімічна енергія переходить у механічну енергію руху.

При реактивному способі плавання тварина засмоктує воду через широко відкриту мантійну щілину в мантійну порожнину. Сила, що викликає рух тварини, створюється за рахунок викидання струменя води через вузьке сопло, розміщене в черевній поверхні кальмара. Це сопло має спеціальний клапан, який може повертатися під дією м'язів. Змінюючи кут встановлення воронки, кальмар може пливати однаково добре вперед, назад та вбік.

Інженери створили двигун, подібний до двигуна кальмара: водомет. У цьому двигуні вода засмоктується в камеру, а потім викидається з неї через сопло; судно рухається в бік, протилежний напрямку викидання струменя води. Вода засмоктується за допомогою звичайного бензинового або дизельного двигуна.

Чому ж двигун кальмара ще й досі привертає увагу інженерів, є об'єктом ретельних досліджень біоніків?

Кальмар засмоктує й викидає воду за рахунок скорочення м'язів, що подразнюються нервами. Щоб збільшити швидкість руху, тобто кількість реактивних імпульсів за одиницю часу, потрібна підвищена провідність нервів. Це досягається за рахунок значного діаметра нервів. Пошуки інженерів спрямовані на створення конструкції такого гідрореактивного двигуна, якому, як і кальмару, не треба було б додаткового засмоктуючого пристрою.



Відомо, що кальмари мають найбільші в тваринному світі нервові волокна (діаметром до 1 мм); вони передають збудження зі швидкістю 25 м/с. Цим і пояснюється велика швидкість руху кальмарів (до 70 км/год).

5. Виступ команди «Вухомедузи». Сейсмографи в природі

Чи бачили ви, як медуза

Тікає від шторму в морях?

Як грек утікав з Сіракузи,

Долаючи швидко свій шлях!

Яким же секретом цікавим

Давно володіє вона

І може назватись по праву

Сейсмографом кожного дна?

У медузи-інфравухо!

І про нього ти послухай:

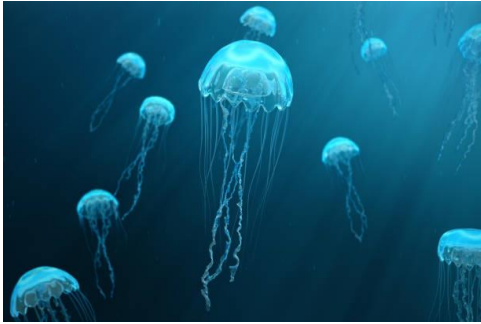
Інфравухо-це стебельце,

На кінці розширене,
А у колбочці стебельця
Нерви розчепірені;
В колбочці є рідина,
Коливається вона;
Плавають камінчики,
І на нерв спираються,
Амплітуда коливань з штормом як збігається-
Так медуза все і знає,
І від шторму вглиб тікає!

Яким чином медуза, за багато годин, дізнається про наближення шторму? Виявляється, в медузи є інфравухо. Воно дає їй змогу вловлювати недоступні для людського вуха інфразвукові коливання (частотою 8-13 Гц), які добре поширюються у воді і надходять за 10-15 год до шторму.

Інфравухо медузи — це стебельце, розширене на кінці. У цьому розширенні, схожому на колбу і наповненому рідиною, плавають камінчики, які спираються на закінчення нерву. Рідина в колбочці коливається з певною частотою. Частота коливань рідини в колбочці і частота коливань води в океані різні. При наближенні шторму частота коливань води в океані змінюється, і в певний момент часу частоти коливань рідини в колбочці та води в океані збігаються. Настає резонанс: амплітуда коливання рідини в колбочці збільшується, унаслідок чого камінчики приводяться в рух і подразнюють нервові закінчення. При цьому збудження передається в нервовий центр. Так медуза дізнається про наближення шторму і поспішає переміститись у відкрите море, щоб не бути викинутою на берет чи розбитою об скелі.

Використовуючи принцип дії «вуха» медузи, біофізики створили автоматичний прилад — завбачник бурі. Апарат імітує «вуха» медузи, має рупор для вловлювання коливань повітря частотою 10 Гц, резонатор, який пропускає саме ці частоти і відсіває випадкові, - це п'єзодатчик для перетворення прийнятих сигналів в імпульси електричного струму, підсилювач і вимірювальний прилад. За допомогою цього апарата тепер можна дізнаватися про наближення шторму за 15 годин



З численних тварин, що мають невідомі нам механізми для прогнозування штормів, біоніки в ролі першого піддослідного об'єкта вибрали медузу. Вона, за численними спостереженнями, задовго до наближення шторму спішить покинути літоральну зону і переміститься у безпечні місця.

6. Виступ команди «Синоптики». Передбачення погоди

В'юн чутливий до погоди:

Щедро матінка-природа

Рибку цю обдарувала

І сама сконструювала

Плавальний міхур з секретом

І з можливостей букетом:

Відчуває тиску зміну

І погоду він відмінно!

А який синоптик жаба,

Цей зелений водолазик!

Не дивіться, що незграба,

А на дерево вилазить;

Там ікорку відкладає,

Бо напевне жаба знає:

Скоро дощ рясний піде,

І ікра не пропаде!

В'юн дуже чутливий до змін барометричного тиску: перед негодою він піднімається до поверхні води, передбачаючи зміну погоди за добу. Секрет його полягає в оригінальній будові плавального міхура, який сприймає найменші перепади тиску.

Чудовий «синоптик» — жаба. Вона має тонку й чутливу систему, яка реагує на найменші атмосферні зміни. Цю особливість жаби здавна використовують африканські племена. Місцеві жителі помітили, що перед початком сезону дощів деревна жаба виходить з води і вилазить на дерева для відкладання ікри. Якщо «прогноз» жаб виявиться тільки приблизним, ікра висохне і потомство загине. Але помилки в жаб'ячому завбаченні трапляються надзвичайно рідко.



У жаби шкіра швидко зневоднюється, тому жаба, якщо передбачається теплий день, сидить у воді. У вологу погоду, перед дощем, вона вилазить на поверхню: зневоднення тепер їй не загрожує.

7. Виступ команди «Шкіра-прискорювач». Супер-шкіра

Форма тіла обтічна

У воді важлива:

Швидкість додає вона,

Що є справжнім дивом!

Тільки й шкіра для дельфіна

В допомозі безупинно:

Гасить вихори потоків,

Справно коливається-

Красень чорно-білобокий

Швидко просувається!

Мов торпеда, мчить дельфін,

Розсікає хвилі він!

Люди давно помітили, що дельфіни, граючись, обганяють будь-який корабель. Висловлювали думку, що висока швидкість дельфіна пояснюється наявністю потужного «хвостового двигуна» і обтічною формою тіла.

Виготовили добре відполіровану дерев'яну модель, яка копіювала форму тіла дельфіна, обладнали її потужним двигуном, але виявилось, що швидкість моделі у 10 разів менша, ніж у живого дельфіна. За іменем біолога загадка дістала назву парадокса Грея. Спочатку намагалися пояснити парадоксальність результатів дослідів ламінарністю потоку води, що обтікає дельфіна.

Насправді, форма тіла впливає на швидкість руху. Проте, невідповідність дослідних даних і теоретичних міркувань наштотувала на думку, що розгадка ховається в іншому — в шкірі дельфіна. Пружна шкіра дельфіна усуває завихрення водяного потоку. Інженери створили спеціальні гнучкі обшивки для торпед і підводних човнів, подібні за будовою до шкіри дельфіна. Опір води зменшився більш як вдвічі.

Крім того, виявилось, що шкіра дельфіна активно гасить вихори потоків води. При різкому збільшенні швидкості дельфіна опір його рухові також повинен збільшитися. Тоді шкіра дельфіна сама починає коливатися, що призводить до гасіння вихорів уздовж тіла. У сучасному суднобудуванні намагаються досягти «технічних даних» дельфіна. Існують проекти виготовлення обшивки човнів із багатошарової гуми, у яку позмінно нагнічуватиметься й підкачуватиметься повітря. Біжуча вздовж корпусу хвиля імітує рух шкіри дельфіна.



На сьогодні ще не всі таємниці швидкості дельфінів розгадані. Наприклад, гадають, що мастило, яке виробляється його особливими залозами, відштовхує воду. Найдрібніші крапельки води утворюють кільця, на яких, як на підшипниках, рухається тіло дельфіна. Боротьба за швидкість триває.

8. Виступ команди «Броніки від біоніки». «Броня» морського вушка»

На вухо схожий він людини,
Відомий мешканець морів;
І цей підкорювач глибинний
Один секретик нам відкрив:
Молюск ховає в черепащі
М'яке тільце, як в «броню»-
Воно захищене, як в касці,
Як бронепоезд від вогню!
У «броні» цікавий склад:
Це і кальцій карбонат,
І зв'язуючі білки-
Ті, що зміцнюють зв'язки,
Що удар амортизують,
Міць з рухливістю дарують!
Вчені з університету,
Добре вивчивши «броню»,
Створюють бронезилети-
Супер-захист від вогню!

Співробітники Каліфорнійського університету в Сан-Дієго розгадали загадку неймовірної міцності панцира морського вушка. «Броня» морського вушка на 95% складається з карбонату кальцію та на 5% - з білка. Карбонат кальцію зараз широко використовується в паперовій та харчовій промисловості при виробництві пластмас, фарби, гуми, продукції побутової хімії. Але сам по

собі цей матеріал дуже крихкий і не здатний витримати великі навантаження (достатньо згадати звичайну крейду).

Дослідники вважають, що панцир молюска міг би послужити «прототипом» для створення міцних та легких бронезилетів для військових та агентів спецслужб.



Як вдалося з'ясувати професору Марку Майерсу секрет міцності панцира морського вушка? А він полягає в особливих властивостях білка, який поєднує крихкі «плити» карбонату кальцію. Цей білок забезпечує достатню міцність окремих елементів панцира, разом з тим, дозволяючи елементам зміщуватися. Завдяки цьому «броня» амортизує удар, захищаючи морське вушко від ушкоджень.

9. Виступ команди «Послідовники Ейфеля». Біоніка та архітектура

Природа-зодчий дивовижний:

Ось сонце золотить промінням

Красуню-вежу у Парижі-

Прекрасне Ейфеля творіння!

Яка висока та шикарна!

Чому не падає ніколи?

Бо архітектор дуже гарно

Знав анатомію зі школи!

Будову трубчастої кістки

В основу вежі він поклав,

Додав фантазії ще трішки-
І вежу у полях заклав!
Століття вже стоїть незламно,
Знайомий всім її каркас!
Як головний плакат рекламний:
«Природа-зодчий просто клас!»

Згадаймо винахід Густава Ейфеля, який ще в 1889 році сконструював модель Ейфелевої вежі. Ця споруда вважається одним з найперших прикладів застосування біоніки. Конструкція Ейфелевої вежі заснована на науковій роботі швейцарського професора анатомії Хермана фон Мейєра. За 40 років до створення в Парижі вежі, професор дослідив кісткову структуру головки стегнової кістки в тому місці, де вона згинається і під кутом входить до суглобу. При цьому кістка чомусь не ламається під вагою тіла. Фон Мейєр побачив, що головка кістки вкрита сіткою мініатюрних кісточок, завдяки яким навантаження перерозподіляється по кістці.

Інше, усім відоме, відкриття зробив швейцарський інженер Жорж де Местраль у 1955 році. Досліджуючи рослини, що прилипають до шерсті тварин, де Местраль визначив, що це відбувається завдяки маленьким гачечкам на плодах рослин. Через вісім років інженер запатентував зручну «липучку» Velcro, яка сьогодні широко використовується.



Природний перерозподіл навантаження за допомогою кривих супортів було використано Ейфелем у будівництві вежі в Парижі



Липучка «Velcro»

III. Проведення вікторини (у супроводі показу презентації).

Відповісти на питання:

1. Наведіть приклади використання елементів біоніки у дизайні одягу та у проектуванні будівель.
2. Дрібні морські рибки плавають зграйкою, форма якої нагадує краплю. Чим пояснити таку форму зграйок?
3. Чому мозолі болять перед дощем?
4. Усім відомо, що звичайна муха вільно ходить по стелі. Чи зможе вона так само вільно переміщуватися по стелі в безповітряному просторі?
5. Всупереч поширеній думці, м'язи в ногах павуків присутні. Суглоби, що з'єднують ноги з тулубом, мають згинальні і розгинальні м'язи. Суглоби лап – тільки згинальні. Яким чином відбувається випрямлення лапок?
6. Яким чином пересуваються морські зірки?
7. Випадково залетівши у вікно, кажани частенько сідають людям на голову. Чому?
8. У 1960-х рр. у науці з'явився новий напрямок – біоніка. Мета цієї науки – розв'язання інженерних і технічних завдань на основі вивчення структури й життєдіяльності живих організмів. Сьогодні ми користуємося застібкою «блискавка». Який природний аналог цієї застібки ви можете зустріти серед живих організмів?
9. Крім голосів своїх побратимів вушна раковина птахів чудово сприймає інші звуки особливо біологічно важливі для них. Як ви думаєте, на які звуки краще за все «налаштоване» вухо сови. І завдяки чому?

10. Хто з живих організмів стали першими завойовниками піднебесся за допомогою крил? Вони повновладно панували в небі 50 млн років. Правда, пращури нинішніх сягали в довжину понад метр.

11. Пальці задніх кінцівок жаб з'єднані шкірною плавальною перетинкою. Жаби рухаються у воді з допомогою швидких поштовхів. Цей спосіб плавання дуже ефективний. Він був покладений в основу таких спортивних стилів, як брас і батерфляй. Чому інженери-біоніки зацікавились будовою задніх кінцівок жаби?

12. Що вам відомо про синоптичні здібності жаб? Наведіть приклади.

13. Фахівці з біоніки високо оцінюють цих тварин за їхню здатність орієнтуватися на місцевості. Виявляється, їхній зоровий апарат і опрацювання інформації, що надходить від нього в головний мозок, є чимось на зразок кібернетичного пристрою. В умовах бездоріжжя вони безпомилково вибирають найкоротший шлях між двома точками. Навіть більше, обраний ними шлях має мінімальні з усіх можливих спуски та підйоми. А це саме те, що потрібно для прокладання зручної траси. Фахівцям-геодезістам для визначення такої траси знадобилися б складні прилади й чимало часу. Так повелось, що ім'я цієї тварини стало загальним за зовсім протилежні якості (які саме). Назвіть цю тварину.

14. Які ви знаєте побутові або технічні пристрої, принцип дії яких нагадує принцип дії зуба гадюки? Доберіть їм відповідну назву.

15. Назвіть рослину, у якої плід під час поширення в природі нагадує рух гвинтів у гелікоптера.

16. Яка особливість поширення пилку голонасінних на великі відстані? В якій галузі промисловості інженери-біоніки застосували принцип підйомної сили?

17. Що вам нагадує функція зеленого листка?

18. На основі вміння кажанів сприймати ультразвуки, у минулому столітті, було створено радіолокаційні станції. У простір посиляється імпульс, який відбивається від об'єкту, що відшуковується, потім сприймається приймачем, і у вигляді сигналів виявляється на певному екрані. Але оглядову радіолокаційну систему можна створити і на основі будови очей птахів. Яку особливість будови ока птахів використали інженери-біоніки?

19. На основі вивчення очей котів, вчені визначили, що ці тварини бачать у шість разів краще, ніж людина. У сутінках їхні очі світяться, що пов'язано з відображенням світла специфічною структурою органу зору. Які оптичні

прибори, створені інженерами-конструкторами використовуються на автошляхах? Як називаються і з якою метою їх застосовують?

20. Кішка при падінні з висоти завжди приземляється тільки на лапи. Вона при цьому вирівнює тіло відповідно до поздовжньої осі, тобто тварина обертається у повітрі так, щоб приземлитися на чотири лапи. Яким чином таку здатність використовують космонавти в космічних кораблях?

21. За принципом будови органів якої тварини створений спідометр для визначення швидкості руху літака.

22. За принципом дії яких тварин побудований пристрій у системі керування кораблів і літаків – гіроскоп?

23. За принципом будови і дії якої тварини було створено гідрофон – прилад для вловлювання звуків під водою?

24. Яка технічна назва мантийної порожнини молюсків?

25. Яку назву має частина тіла головоногих молюсків, що нагадує сопло реактивного двигуна?

Відповіді

1. Біоформи в одязі: назва окремих виробів одягу часто вказує на їхній природний аналог. Крій рукава нагадує за формою крила кажана (рукав кімоно). Зважаючи на те, що кожна дама бажала бути схожою на чарівну квітку, сукні прикрашалися маленьким болеро, яке також нагадувало крила кажана.

Цікавий підхід у біонічному стилі ми також можемо спостерігати в проектуванні сучасних будівель. Наприклад, споруди у вигляді вітрил, багатоповіхвірки у вигляді спіралі ДНК, балкони якої зміщені один відносно одного і вкриті рослинністю.

2. Зустрічна вода діє на окремих рибок так, що рух кожної з них може бути або полегшений або уповільнений, залежно від її положення стосовно зграйки. Саме цей фактор і впливає на форму рухомої зграйки у вигляді краплі. Саме за такої форми опір води руху найменший.

3. Перед дощем зменшується атмосферний тиск. Зменшення зовнішнього тиску викликає певне розширення тканин ноги, а оскільки тверда тканина мозоля не може однаково розширитися з м'якими тканинами тіла, відбувається подразнення нервів і відчувається біль.

4. Ні, не зможе. Рухаючись по стелі, муха утримується на ній за рахунок атмосферного тиску. На кінцях ніжок у неї розміщені невеличкі присоски.

5. Випрямлення лап відбувається під тиском гемолімфи, силу якого контролюють згинальні м'язи. Під різним тиском кут нахилу суглобів змінюється. Коли павук втрачає гемолімфу або вмирає, тиск падає і лапки підтискаються до черевця.

6. Промені морських зірок пронизані симетрично розташованими каналами, заповненими рідиною. Рідина подається в ніжки, які при цьому дуже сильно набухають, витягуються вперед у напрямі руху і за допомогою присосків закріплюються в ґрунті, після чого мускулатура ніжок скорочується, виштовхуючи рідину з каналів, тому зірка рухається вперед.

7. Волосся поглинає випромінюваний кажаном ультразвук, тому кажан, неспроможний прийняти відбиті хвилі, не відчуває перепони і летить прямо на волосся.

8. Контурне перо птаха, опахало якого складається з багатьох тоненьких і вузьких пластинок, які скріплені між собою гачками.

9. Вуха сови найкраще сприймає писк мишоподібних гризунів, а також кажанів.

10. Це метелики. Метеликів вважають живим компасом: уранці їх крила спрямовані на схід, у полудень – на південь, а ввечері – на захід.

11. Конструкція кінцівок жаб була скопійована інженерами-біоніками під час створення ласт – необхідної речі легководолазного костюму.

12. Жаби є своєрідними барометрами. Вони реагують на зміну тиску, температури й вологості повітря. Так, у жаби органи дихання чутливі навіть до незначного збільшення вологості. Саме тому, перед дощем, жаби посилено квакають, а якщо ще й стрибають на березі, то це означає, що дощ триватиме півдобу.

Жаби голосно кричать на гарну погоду. Мовчать – можна чекати похолодання. Жаби квакші вилазять на дерева й кущі – протягом доби протримається ясна й тиха погода. Шкіра жаби чорніє – на дощ, а якщо вона жовтуватого кольору – на ясну погоду. Жаби голосно квакають, а потім раптово замовкають – перед похолоданням. Багато жаб на стежках – на дощ. Якщо жаба відкладає ікру на середині водойми чи болота, то літо буде сухим, а якщо біля краю водойми – вологим.

13. Осел.

14. Шприц.

15. Клен.

16. Пилок голонасінних (наприклад, сосни) має дві оболонки, що заповнені сумішшю газів, густина яких менша за густину навколишнього повітря. Це утворює підйомну силу, тому пилок переміщується на великі відстані. Цей принцип застосували у галузі авіаційного конструювання, зокрема літальних апаратів: аеростатів, зондів, дирижаблів.

17. Функція листка нагадує діяльність хімічного підприємства.

18. Інженери-біоніки опирались на здатність сітківки пташиного ока вибірково обирати об'єкти, що рухаються в одному напрямку, тобто визначає направлений рух. Так, створена радіолокаційна система за аналогією ока голуба

може знаходити літаки, що летять у заданому напрямку.

19. Штучні очі, які світяться, створені й успішно використовуються на автошляхах для попередження аварій. Це так звані катафоти – оптичні прибори, які вмонтовані на дорожніх знаках, на відбійниках доріг і світяться від автомобільних фар.

20. Як відомо, у космічних кораблях відсутня гравітація. І для того, щоб утримати тіло у вертикальному положенні, космонавти повинні здійснювати відповідні обертальні рухи ніг.

21. Фасеткової залози очей комах.

22. Дзижалець – булавоподібних органів рівноваги двокрилих комах.

23. Вуха тюленя.

24. Камера згорання.

25. Сифон.

IV. Заключне слово вчителя:

Останнім часом біоніка отримала значний поштовх до нового розвитку. Це пов'язано з тим, що сучасні технології дозволяють копіювати природні конструкції з високою точністю. У ході еволюції, впродовж мільйонів років, живі організми навчилися жити, розмножуватися та процвітати з мінімальною витратою енергії. Це засновано на унікальному метаболізмі тварин та оптимальному обміні енергією між різними формами життя. Таким чином, переймаючи у природи інженерні рішення, можна значно збільшити енергоефективність та продуктивність сучасних технологій.

Природні матеріали дешеві та поширені у великій кількості, а їх властивості на багато ефективні за ті, що були виготовлені людиною. Люди застосовують енергоємні процеси щодо отримання різних надміцних матеріалів, а от природа виготовляє їх більш раціональними способами. Дизайн природних конструкцій поки теж не можна порівняти з намаганнями людини сконструювати щось подібне. Промисловості поки що недоступні технології створення інтелектуальних систем, які, взаємодіючи з навколишнім середовищем, можуть самі налагоджуватися, змінюючи свої властивості.

Дійсно, природа- найдивовижніший і наймудріший інженер-конструктор!

Сьогодні ми побачили й почули, що людина в своєму житті невідривна від природи. Вона опустилася на дно океану, піднялася в небо, полетіла в космос.

Чи зуміємо ми зберегти все те, що створено природою за віки, зупинити процес руйнування природи? Наша планета Земля може надовго залишитися чудовою і корисною для людини. І за це необхідно боротися безперервно, щодня.

Нове сторіччя-імпульс новий,
Великий в техніці стрибок!
Ми копіюємо чудово
Природи кожен мудрий крок!
Мільйони років організми
Навчались жити й виживати,
І крізь роки і катаклізми
Енергію застосувати!
Природа конструює класно:
Це-наймудріший інженер!
І ефективно, і сучасно
Творити на її манер!
Дизайн природи-він безцінний,
Універсальні матеріали;
Важливо людям неодмінно
У неї вчитися немало!
В собі таїть природа дика
Немало таємниць життів!
Вперед, біоніко велика,
До найновіших відкриттів!

Л.І. Даниленко,

методист КНЗ « Черкаський обласний інститут післядипломної освіти
педагогічних працівників Черкаської обласної ради»

ПОЗАКЛАСНИЙ ЗАХІД

**Учнівська наукова конференція «Біоніка і архітектурно-будівельна
майстерність тварин»**

Мета: розширити уявлення учнівства про можливості архітектурно-
будівельної майстерності тварин при побудові свого житла; показати важливість

поєднання галузей людських знань і практичної діяльності на прикладах досягнень в архітектурі; залучати учнів/учениць до пошукової та дослідницької діяльності; формувати вміння конструювати алгоритми власних досліджень та робити висновки; розвивати інтерес до пізнання особливостей живих організмів, прагнення оволодіти наукою біонікою; розвивати мовлення.

Формування ключових компетентностей:

Спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами: усно й письмово тлумачити біологічні поняття, факти, явища, закони, теорії; описувати (усно чи письмово) експеримент, послуговуючись багатим арсеналом мовленнєвих засобів — термінами, поняттями тощо; обговорювати проблеми біологічного змісту.

Математична компетентність: застосовувати математичні методи для розв'язання біологічних проблем, розуміти й використовувати математичні моделі природних явищ і процесів.

Основні компетентності у природничих науках, техніці і технологіях: пояснювати явища в живій природі, використовуючи наукове мислення; самостійно чи в групі досліджувати живу природу, аналізувати й визначати проблеми довкілля; оцінювати значення біології для сталого розвитку.

Інформаційно-цифрова компетентність: використовувати сучасні цифрові технології та пристрої для спостереження за довкіллям, явищами й процесами живої природи; шукати, обробляти та зберігати інформацію біологічного характеру, критично оцінюючи її.

Уміння вчитися впродовж життя: організувати й оцінювати свою навчально-пізнавальну діяльність, зокрема самостійно чи в групі планувати й проводити спостереження та експеримент, ставити перед собою цілі й досягати їх, вибудовувати власну траєкторію розвитку впродовж життя.

Обладнання: плакати, мультимедійний проєктор, доповіді-презентації учасників конференції.

Підготовча робота

За два тижні до конференції вчитель/вчителька розповідає учням/ученицям, що являє собою наукова конференція. Пропонує їм самим провести таку конференцію. Після цього вчитель/вчителька разом з учнями розподіляє функції організаторів конференції. Визначає відповідального за програму (він має зібрати назви доповідей учасників протягом двох тижнів перед конференцією, а потім з допомогою вчителя розподіляє їх по секціях), а також відповідального за технічну організацію конференції (він має надрукувати

програму конференції). Усім бажаючим учням/ученицям вчитель/вчителька пропонує підготувати на конференцію доповіді-презентації за такими напрямками: архітектурна біоніка, архітектурно-будівельні можливості птахів лісу; архітектурно-будівельні можливості птахів лісових річок, озер, боліт; архітектурно-будівельна майстерність бобрів.

Під час конференції проводяться пленарне та секційні засідання.

Доповідь першого напрямку «Архітектурна біоніка» буде представлена на пленарному засіданні, інші «Архітектурно-будівельні можливості птахів лісу»; «Архітектурно-будівельні можливості птахів лісових річок, озер, боліт»; «Архітектурно-будівельна майстерність бобрів» – на секційних засіданнях. Доповідь на пленарному засіданні до 15 хвилин. Доповіді на секційних засіданнях до 3-х хвилин.

Ведучі (учні/учениці) засідання ведуть самостійно. Учитель/вчителька лише підстраховує ведучих та допомагає розібратися зі складними питаннями.

У кінці засідання учасники заходу з допомогою вчителя/вчительки складають резолюцію конференції, у якій відзначається, що тваринний світ.

Головна мета цього заходу – надати кожному бажаючому можливість виступити з такою доповіддю-презентацією, яка цікава саме йому. Головне – окреслити загальну тематику, причому її бажано наблизити до відповідного курсу біології (за умови зв'язку з наукою біонікою). Також важливо щоб учні зуміли самостійно опрацювати матеріал «наукової» конференції з визначеної теми, а також самостійно організували і провели цей захід.

Самостійне (з мінімальною допомогою вчителя/вчительки) проведення такого значного заходу навчас розподіляти обов'язки та завдання, надає учням/ученицям впевненості у своїх силах та творчих здібностях.

Хід конференції

I. Організаційна частина

Ведучий 1. Шановні учасники наукової конференції! Сьогодні ми з вами поринемо у таємниці цікавої науки – біоніки. Наш захід присвячений темі «Біоніка і архітектурно-будівельна майстерність тварин». Для того, щоб дослідити та вивчити дану тему, ми зібрали всі доступні матеріали, і сьогодні наші науковці представлять вам свої роботи.

Присутні отримують програми конференції, які складені та виготовлені учнями/ученицями.

Біоніка (від грец. *bion* - елемент життя, буквально - що живе) - прикладна наука про застосування в технічних пристроях і системах принципів організації,

властивостей, функцій і структур живої природи, тобто форми живого в природі і їх промислові аналоги. Суть цього перспективного науково-технологічного напрямку полягає в тому, щоб запозичити у природи цінні ідеї та реалізовувати їх у вигляді оригінальних конструкторських і дизайнерських рішень, а також нових інформаційних технологій.

В англійській і перекладній літературі частіше вживається термін біоміметика (від лат. *bios* - життя, і *mimesis* - наслідування) у значенні - підхід до створення технологічних пристроїв, при якому ідея і основні елементи пристрою запозичуються з живої природи. Одним із вдалих прикладів біоміметики є широко поширена «липучка», прототипом якої стали плоди рослини реп'яха, що чіплялися за шерсть собаки швейцарського інженера Жоржа де Местрала.

В останнє десятиліття біоніка отримала значний імпульс до нового розвитку. Це пов'язано з тим, що сучасні технології переходять на гіга- і нанорівень і дозволяють копіювати мініатюрні природні конструкції з небувалою раніше точністю. Сучасна біоніка в основному пов'язана з розробкою нових матеріалів, які копіюють природні аналоги, робототехнікою і штучними органами.

2-й введучий. Природні матеріали найдешевші і поширені у величезній кількості, а їх «якість» значно краща за тих, що зроблені людиною. Так, матеріал оленього рогу значно міцніше найкращих зразків керамічного композиту, які вдається розробити людям. При цьому людина використовує досить неефективні енергоємні процеси для отримання тих чи інших надміцних речовин, а природа робить їх набагато більш інтелектуальними і ефективними способами. Для цього використовуються навколишні натуральні речовини (цукор, амінокислоти, солі), але застосовуючи «ноу-хау» - оригінальних дизайнерських і інженерних рішень, надфективних органічних каталізаторів, які в багатьох випадках поки не доступні розумінню людини. Біоніка, в свою чергу, займається вивченням і копіюванням природних «ноу-хау».

Дизайн природних конструкцій теж не йде ні в яке порівняння зі спробами людини сконструювати щось схоже на природну ефективність. Форма біологічного об'єкта (наприклад, дорослого дерева) зазвичай створюється в результаті тривалого адаптивного процесу, з урахуванням багаторічного впливу як дружніх (наприклад, підтримка з боку інших дерев в лісі), так і агресивних чинників. Процеси зростання і розвитку включають інтерактивне регулювання на клітинному рівні. Все це в сукупності забезпечує неймовірну міцність виробу протягом усього життєвого циклу. Така адаптивність в процесі формоутворення призводить до створення унікальної адаптивної структури, званої в біоніці інтелектуальною системою. Водночас сучасній промисловості поки що недоступні технології створення інтелектуальних систем, які, взаємодіючи з навколишнім середовищем, спроможні пристосовуватися, змінюючи свої властивості.

1-й ведучий. Якщо зазирнути у таємничий світ живої природи ми побачимо велику кількість форм, можливостей створення різноманітних конструкцій, зроблених із різних матеріалів, що зберігає вона в собі.

Сьогодні одним із основних напрямків біоніки є архітектурна біоніка. Треба визнати, що жива природа – універсальний будівельник, славетний архітектор. Архітектурно-будівельна майстерня природи без утоми працює не менше 2700 млн років. Ось уже 500 млн років павук плете свою легку конструкцію з тонких і міцних ниток – павутинну сітку, а працелюбні бджоли споруджують свої домівки 50 млн років.

2-й ведучий. Людина ж існує всього близько 2-3 млн років, а її архітектурна практика почалася зовсім недавно – 6-7 тисяч років тому. За мільярди років у природі виникли досконалі конструкції. Шкода тільки, що природа неохоче відкриває секрети своєї будівельної майстерності. Навіть за палкого бажання іноді непросто розібратися в принципах формоутворення біосистем.

II. ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Доповідач 1. Архітектурна біоніка

У світовій архітектурній практиці за минулі 40 років використання закономірностей формоутворення живої природи набуло нової якості і отримало назву архітектурно-біонічного процесу і стало одним з напрямків архітектури хай-тека.

Архітектурно-біонічна практика породила нові, незвичні архітектурні форми, доцільні в функціонально-утилітарному відношенні і оригінальні за своїми естетичними якостями. Це не могло не викликати до них інтересу з боку архітекторів та інженерів.

Біоніка походить від грецького слова, що означає «елемент життя». Воно послужило основою назви напряму в науці, що займається вивченням можливості використання в техніці певних біологічних систем і процесів.

Архітектурна біоніка подібна до технічної біоніки, проте, вона настільки специфічна, що утворює самостійну галузь і вирішує не тільки технічні, але головним чином архітектурні проблеми.

Найбільш складним етапом освоєння в архітектурі природних форм є період від середини XIX і до початку XX ст. На ньому позначилися бурхливий розвиток біології і небувалі успіхи в порівнянні з попереднім періодом будівельної техніки (наприклад, винахід залізобетону і початок інтенсивного застосування скла і металевих конструкцій). Досліджуючи цей етап, необхідно звернути особливу увагу на появу такої значної за своєю силою течії в архітектурі, як «органічна архітектура». Напрямок «органічної архітектури» - напрямок функціоналізму.

Заради економії людина у виробничій діяльності завжди використовує будь-які можливості, що постали перед нею. З прогресом ця вимога все більше загострюється. Так, сучасна наука дозволила заглибитися в закони розвитку живої природи, а техніка дала можливість моделювати живі структури. В результаті в архітектурі в кінці 40-х рр. з'явилися форми, які відтворюють на свідомій науковій і технічній основі конструктивні структури живої природи.

Велику роль у 90-і роки відіграло несподіване стрімке вторгнення в наше життя комп'ютерних технологій. Культурні довгострокові наслідки цього «тихого перевороту» поки що важко передбачити, але в напрямку їх прояснення рухається думка представників нового покоління. Завдяки комп'ютеру можливо описати складний біологічний об'єкт, наприклад, людський скелет, на звичній для архітектора мові робочого креслення.

Від функцій до форми і до закономірностей формоутворення - такий основний шлях архітектурної біоніки.

Важливим моментом, що відіграв свою роль у зверненні архітекторів і конструкторів до живої природи, стало впровадження в практику просторових конструктивних систем, вигідних в економічному відношенні, але складних у сенсі їх математичного розрахунку. Прообразами цих систем у багатьох випадках були структурні форми природи. Такі форми почали успішно застосовуватися в різних типологічних областях архітектури, в будівництві великопрольотних і висотних споруд, створенні швидко трансформованих конструкцій, стандартизації елементів будівель і споруд тощо.

Використання конструктивних систем природи проклало дорогу іншим напрямкам архітектурної біоніки. У першу чергу це стосується природних засобів «ізоляції», які можуть бути застосовані в організації сприятливого мікроклімату для людини в будівлях, а також у містах.

Архітектурна біоніка покликана не тільки вирішувати функціональні питання архітектури, але відкривати перспективи в пошуках синтезу функції і естетичної форми архітектури, вчити архітекторів мислити синтетичними формами і системами.

Підводячи підсумок історичних передумов архітектурної біоніки, можна сказати, що архітектурна біоніка як теорія і практика склалася в процесі еволюції специфічного зв'язку архітектури і живої природи, і що це явище не випадкове, а історично закономірне.

Специфічна риса сучасного етапу освоєння форм живої природи в архітектурі полягає в тому, що зараз освоюються не просто формальні сторони живої природи, а встановлюються глибокі зв'язки між законами розвитку живої природи та архітектури. На сучасному етапі архітекторами використовуються не зовнішні форми живої природи, а лише ті властивості і характеристики, форми

яких є виразом функцій того чи іншого організму, аналогічні функціонально-утилітарних сторін архітектури.

1-й ведучий. Зазирнемо у світ тварин. На сьогодні їх на планеті понад 1,5 млн видів. Вони різні за розмірами, будовою, умовами проживання та пристосованістю до них. У природному світі живих істот кожен обслуговує себе сам. Тому, звісно, їм доводиться вміти робити багато чого. Розглянемо захоплюючі історії спорудження свого житла тваринами.

III. СЕКЦІЙНІ ЗАСІДАННЯ

Після пленарного засідання учасники наукової конференції починають працювати по секціях, обговорюють доповіді, задають питання, які виникають під час роботи, демонструють власні презентації до доповідей.

Секція: Архітектурно-будівельні можливості птахів лісу.

Доповідач 2. Людина завжди захоплювалась архітектурно-будівельною майстерністю птахів. Якби людина вирішила провести серед тварин конкурс на кращого «будівельника» або «архітектора», то найвірогідніше, що першість, по праву, дісталась б нашим пернатим. У яких місцях вони тільки не будують своє помешкання?! Дупла, щілини, нірки, гнізда на гілках дерев та кущів, у траві, на скелях, під покрівлями будинків, на воді.

Гніздо птаха є центром гніздової ділянки. Місце для гнізда у птахів, які активно захищають гніздову ділянку (дрімлюги, деякі кулики, горобцеподібні та ін.), знаходить самець, який з'являється на місці гніздування раніше за самку. Час будівництва гнізда, його розміри і форма неоднакові в різних видів. Гніздо має внутрішню заглибину – лоток і стінки гнізда – борти. Функція гнізда багатогранна: воно зберігає кладку в компактній купі, що дає можливість квочці покрити її тілом, є місцем перебування протягом деякого часу пташенят, у ньому створюється оптимальний температурний режим, що забезпечує захист зародка від вологи, вітру, дощу, холоду. Гніздо, яке замасковане або розташоване в малодоступному місці, захищає кладку, пташенят і квочку від ворогів. Гнізда у птахів бувають різними за своєю складністю – це заглибини в піску, заглибини з підстилкою, примітивні гнізда з підстилкою без бортів, гнізда з глибоким лотком, напівзакриті чи закриті. У деяких птахів гніздування пов'язане з утворенням дупел (синиця велика, дятли, шпаки), нірок (ластівки берегові, зимородки-рибалочки, стрижі). Для влаштування гнізда деякі птахи використовують найрізноманітніший будівельний матеріал: траву, мох, пир'я, лишайники, прутики. За характером розміщення гнізд птахів поділяють на колоніальних і тих, що гніздуються поодиночі. До птахів, що гніздуються колоніями, належать більшість мартинів, кайри, баклани, пелікани, граки,

коровайки, ластівки берегові. Цих птахів порівняно небагато. За поодинокого гніздування окремі пари займають певну ділянку, на якій вони розмішують гніздо й добувають корм для себе, так і для пташенят (кулики, річкові качки).

Доповідач 3. Пропоную ознайомитись з архітектурно-будівельними можливостями птахів лісу.

Зяблик – один з найпоширеніших птахів наших лісів і парків. Він тримається нижньої частини крон дерев, тому його легко розгледіти: чорний лоб, сіро-синій верх голови, рижувато-бура спинка, червоно-коричневий zob і груди, чорно-бурі з білими смужками крила. На гілках нижньої частини крон зяблик будує гніздо, у стінки якого вплітає кусочки лишайників, моху, береста. Будівельний матеріал птах збирає на цьому ж дереві, тому гніздо майже зливається зі стовбуром, гілкою.

На галявині лісу можна знайти і **гніздо сірої славки**. Гніздо чашоподібної форми (діаметр приблизно 8 см). У сірої славки гніздо підвішене до стебел високих трав'янистих рослин на висоті від землі приблизно 30 см і повністю сховано.

Вівільга мешкає і будує своє гніздо на верхівках дерев у вигляді мілкої корзинки, що висить між двома гілляками. Будівельним матеріалом для неї слугують м'яка кора, минулорічні листочки та стебельця, павутинки. Гніздо одразу й не можна розгледіти серед листячка та маскувального матеріалу – зеленого моху!

А найбільш особлива деталь гніздування цієї дивної красуні – поступова зміна кута нахилу гніздечка по відношенню до стовбура. Пташка починає будівництво на гілках, піднятих догори, немов знає, що з часом, під вагою гніздечка, гілочки будуть нахилитися вниз.

Неперевершеним архітектором можна вважати **славку-швачку**, яка живе у Південній Азії. Пташка виготовляє пряжу з бавовни чи волокон деревної кори та павутиння, щоб мати довшу нитку. Потім своїм дзьобом вона пробиває дірки уздовж обох країв великого листка і, послуговуючись дзьобом як голкою, зшиває їх ниткою. Коли нитка закінчується, пташка зав'язує вузлик або доточує її та шиє далі. Таким чином вона перетворює листок на торбинку, в якій влаштовує гніздо.

Досить складна будівля – **гніздо сороки**. Його можна знайти на вершині густого куща верби на галявині, або на деревах у 10-20 м від галявини. Діаметр чаші гнізда сороки досягає 15 см, стінка гнізда зліплена з глини, а лоток устелений сухими корінцями. Над гніздом встановлено високий і широкий дах із досить товстих гілляк. Загальна ширина гнізда доходить до 30 см, а висота до 35-40 см. Ось чому гніздо сороки помітно з великої відстані навіть крізь голі гілки.

У давні часи селяни відшукували у лісі **гнізда ремезів** і приносили додому. Причому одні чомусь шукали крихітні гнізда, інші вибирали гнізда побільше. Виникає питання, а для чого селяни могли використати пташині гнізда? Як відомо, гнізда ремеза зроблені з тополиного пуху, а також пуху насіння очерету, змоченого слиною. І форма, і розміри – рукавичка. Вхід там, де в рукавички «великий палець», тому селянські діти носили їх замість взуття.

Але гнізда ще і вживають в їжу. Це їстівні *гнізда серпокрильця-салгана* Зовні вони схожі з ластівками. Вони живуть у печерах, на узбережжі Південно-Східної Азії (Бенгальська затока, острів Шрі-Ланка), і ліплять свої гнізда на льоту, прикріплюючи грудочку слини до пласких скель на висоті не менше 45 м від землі. Кожна пташка вагою не більше 10 грам і будує своє гніздо також вагою не більше 10 грамів майже повністю з власної слини. А традиція ласувати гніздами салгана розпочалась з періоду правління династії Мін – XIV-XVII ст. Цей делікатес популярний і на цей час. Пташині гнізда - одне з самих екстравагантних і дорого вартісних кулінарних блюд. Їх використовують виключно для приготування супу, у який додають курятину.

Секція: Архітектурно-будівельні можливості птахів лісних річок, озер, боліт.

Доповідач 4. Чорний лелека. Цей птах трохи менший за Лелеку білого, відрізняється чорним забарвленням оперення. Білі лише груди й живіт. Дзьоб і ноги червоні. Це рідкісний вид, який занесений до Червоної книги України. Цей птах – своєрідний антипод добре відомого бузька і не лише за кольором оперення. Він селиться, як правило, у глухих важкодоступних лісах поблизу від боліт, річок, озер, луків. Гнізда влаштовує на великих деревах у розгалуженні стовбура або на товстій боковій гілці. В Україні найчастіше це дуби й сосни. У гірській місцевості ці птахи можуть гніздитися й на скелях. Будівлю Чорного лелеки неважко відрізнити від гнізд великих хижих птахів: вона велика – з метр чи більше в діаметрі- і низька, а не здійсмається на дереві горою гілок, як у орлів чи орланів. Новозбудоване гніздо взагалі маленьке та плоске, воно може скласти враження неготового. Будують птахи гнізда з сухих гілок, вистилаючи всередині мохом та сухою травою. У будівельних роботах беруть участь обидва партнери, один приносить будматеріал, а другий укладає його. Іноді Чорні лелеки займають старі оселі хижих птахів або навіть своїх білих родичів. Гнізда використовують не один рік, хоча цей вид змінює їх частіше за Білого лелеку.

Журавлі – це одна з найуразливіших груп птахів. Сім видів занесено до Червоної книги. Основні загрози: руйнація місць гніздування, отруєння на полях, браконьєрство, зіткнення з дротами. Ці птахи утворюють пари на все життя. Гніздяться на землі. На сухих місцях боліт. Майже всі плутають журавля з Лелекою. А це – помилка. Журавлі мешкають на болоті подалі від людей, вони полюбляють тишу, Лелека білий тримається біля людини – їх гнізда розташовані на електричних стовпах, деревах, дахах. Найбільший і найкрасивіший птах серед журавлів – японський. Живе у долинах річок, біля озер і боліт. Гнізда будує в глухих місцях із грубих стебел тростини і гілок.

Журавель сірий в Україні гніздиться у невеликій кількості на болотах Полісся. Гнізда розташовують на купинах.

Вінценосний журавель – найяскравіший птах серед своїх родичів. Птахи заселяють Африку. Таку назву вони одержали за особливе тонке золотаве пір'я на голові, яке утворює чуб у вигляді своєрідного вінця. Поселяються у заболочених долинах річок, навколо озер. Гніздові території Вінценосного журавля порівняно невеликі – 10-40 га. Ці місця птахи суворо охороняють,

маркують «танцями» і особливими криками. У природі ці красені задеркуваті та агресивні й не терплять присутності родичів на своїй території. Вони на них кидаються, як на заклятих ворогів. Не терплять також присутності інших птахів. Негайно виганяють гусей, качок, якщо ті завітають у гості.

Секція: Архітектурно-будівельна майстерність бобрів



Оселя бобрів

Доповідач 5. Деякі лісові річки і озера заселені бобрами. Основна схованка бобра – нора в берегах. Для не підготовленого ока хатка бобра може здаватися просто купами палиць, мулу, трави і каміння. Насправді, хатки демонструють чудові інженерні навички, які нас вражають. На водоймах, з низькими, заболоченими берегами, сім'я бобрів будує хатку. Оселя бобрів — це робота майстра-будівельника. Вони орудують своїми зубами з фантастичною швидкістю: 2-3 хвилини – і осика, завдовжки з руку, падає. Бобри зводять чотири види типових будівель нор. Їх риють в обривистих берегах, високих і міцних. Вхід – на глибині 1-2 м, під водою, нора веде куди-небудь під коріння міцного дерева – там спальня, іноді така велика, що в ній можуть заночувати двоє людей.

На водоймах з низькими, заболоченими берегами сім'я бобрів будує хатку. Тварини будують хатки з гілок і ізолюють від холоду мулом. Центр даху залишається відкритим для вентиляції. Висота хатки іноді досягає 3 м, окружність 16. Бобер також будує кілька входів під водою, щоб мати можливість втекти за необхідності. Взимку, коли лід покриває водойму, бобри можуть дістатися до схованки, в якій зберігаються запаси корму, прямо зі своєї норі.

На болотистій місцевості в різні боки від хатки розходяться смушки води, за такими водними шляхами їм легше сплавляти гілки, ніж тягти їх в зубах або лапах. Бобри утримують свої канали в порядку і не люблять, коли по них плаває сміття.

Бобри також будують греблі довжиною до сотні метрів, які підіймають рівень води. Таким способом вони розширюють територію заготівлі корму і полегшують його доставку до своєї оселі. Будівництво греблі здійснюється в

кілька етапів: спочатку бобер «вирубубе» дерева і чагарники, перетягує кожну частину до місця будівництва і складає їх у воді паралельно до напрямку потоку (кінець розташовується вздовж течії). Майже все, що бобри можуть знайти, потрапляє в греблю: жива деревина, мертва деревина, мул, трава і каміння. Коли відбувається підняття рівня води у водоймі, тиск на стінки греблі може привести до її руйнування. Щоб запобігти цьому, якщо є час, бобер встановлює водозлив для зменшення тиску, а потім закладає його після того, як рівень води спадає.

Відомо, що в Америці є побудована бобрами гребля, висотою 4,5 м, шириною – 7 м, а довжиною – 1200 м.



Хатка бобра

Загальне обговорення і підведення підсумків конференції.

IV. Висновки

Ведучий 1. Наша наукова конференція добігла кінця. Важливо усвідомити, що на цей час, особливо цікавим для нас є проблемний комплекс – це дослідження «архітектурних» таємниць природи, оскільки щедра і всезнаюча і всевміюча природа була першим «політехнічним університетом», в якому людина за багато років свого навчання здобула «вищу» освіту в багатьох галузях науки й техніки.

Творче завдання

1. Випустити стінгазету про проведення конференції.
2. Оформити виставку підготовлених доповідей.
3. Зробити фотоколаж про хід конференції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/
2. Верховень В. Біоніка: вчимося у природи. Київ. СЕРТІМА, 2016. 64 с.
3. Гійо А., Мейє Ж. «Біоніка: коли наука імітує природу». Litres, 2019. 269 с.
4. Ковальчук Г. І. Цікава зоологія. Частина І. Харків. Видавнича група «Основа», 2010. 126 с.
5. Ковальчук Г. І. «Цікава зоологія». Частина ІІ. Харків. Видавнича група «Основа», 2010. 143 с
6. Леонович А. А. Біоніка: підказано природою. Київ. «Аванта», 256 с.
7. Мигаль С. П., Дида І. А., Казанцева Т. Є. «Біоніка в дизайні просторово-предметного середовища». Львів. Видавництво «Львівська політехніка», 2022. 228 с.
8. Решодько Л. В. «Біоніка. Біологічні аспекти». Київ. «Вища школа», 1978. 296 с.
9. Сьомка С. В. «Біоніка в дизайні середовища». Київ. НАККіМ, 2016. 244 с.
10. Яблоновська - Грищенко Є.Д., Чернявська Т.Б., Грищенко В.М. «Екологічні заняття та проекти: від дитсадка до старших класів. ТОВ «Мега-Мікс», 2018. 191 с.

Видання підготовлено до друку та віддруковано
редакційно-видавничим відділом
КНЗ «ЧОПОПП Черкаської обласної ради»
Зам. № 1704 Тираж 100 пр.
18003, Черкаси, вул. Бидгощська, 38/1