

МОДЕЛЮВАННЯ СТРІЧКИ ЧАСУ «РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ЗНАНЬ» З ВИКОРИСТАННЯМ СИНХРОНІСТИЧНОЇ ТАБЛИЦІ

Олександр КОЗЛЕНКО, науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти НАПН України

Анотація. Створення стрічки часу належить до традиційних прийомів формування хронологічних уявлень. Робота зі стрічкою часу сприяє формуванню уявлення про лінійність часу та різні проміжки часу (століття, тисячоліття, еру) за допомогою графічних або просторових образів. У статті наведено приклади створення стрічок часу у вигляді реальних (об'ємних), графічних і вербальних моделей. Як інформаційне джерело для побудови стрічки часу «Розвиток природничо-наукових знань» використовується синхроністична таблиця, в якій надано відомості про видатні відкриття в хімії, біології, фізиці, астрономії, географії на тлі найважливіших фактів всесвітньої історії та історії літератури і мистецтва.

Ключові слова: стрічка часу; синхроністична таблиця; відкриття в природничих науках.

Александр КОЗЛЕНКО

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕНТЫ ВРЕМЕНИ «РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ЗНАНИЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОНИСТИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

Аннотация. Моделирование ленты времени относится к традиционным приемам формирования хронологических представлений. Работа с лентой времени способствует формированию представления о линейности времени и различных временных интервалах (века, тысячелетия, эры) с помощью графических или пространственных образов. В статье приведены примеры моделирования лент времени в виде реальных (объемных), графических и вербальных моделей. Информационным источником для моделирования ленты времени «Развитие естественнонаучных знаний» служит синхронистическая таблица, в которой приведены сведения о выдающихся открытиях в химии, биологии, физике, астрономии, географии на фоне важнейших фактов всемирной истории, а также истории литературы и искусства.

Ключевые слова: лента времени, синхронистическая таблица, открытия в естественных науках.

Olexandr KOZLENKO

Modeling "Development of Scientific Knowledges" Timeline Using Synchronistic Table

Summary. Creation of timeline refers to the traditional methods of formation of historical representations. Working with timeline promotes the formation of ideas about the linearity of time and different time intervals (century, millennium, era) using graphical or spatial images. The article gives examples of the creation of timelines in the form of concrete (spatial), graphic (pictorial) and verbal patterns. As a source of information for the construction of the timeline "Development of scientific Knowledges" is used a synchronistic table that provides information about the outstanding discoveries in chemistry, biology, physics, astronomy, geography, on the background of the most important facts of world history and the history of literature and art.

Keywords: timeline; synchronistic table; natural sciences discoveries.

Робота зі стрічкою (лінією) часу належить до традиційних прийомів формування хронологічних уявлень та вмінь поряд зі складанням хронологічних та синхроністичних таблиць. «Цей засіб наочного навчання дає змогу формувати уявлення про лінійність, незворотність часу, різні категорії часу (століття, тисячоліття, еру) за допомогою графічних образів. Він дає змогу проілюструвати поняття послідовності та тривалості історичних подій і процесів конкретними графічними зображеннями» [1].

Стрічки часу (так само, як і ментальні мапи, *mind maps*) широко використовуються в електронних підручниках як окремий тип інтерактивних моделей. Є також декілька онлайн-сервісів зі створення стрічок часу (наприклад, Dipity <http://www.dipity.com/>,

© Козленко О. Г., 2017

www.timetoast.com/, Timetoast <http://www.timetoast.com/>, Timerime <http://www.timerime.com/>). Тож не дивно, що сучасні підручники з природничих предметів використовують стрічки часу як ілюстративні графічні моделі [2]. Як приклад наведемо підручник з біології базового рівня для 10 класу авторів А. Баца, М. Лащица, П. Лащица, Г. Скирмунт, К. Скирмунт [3], розроблений за новим Державним стандартом освіти Республіки Польща, 2012 р.

Основним дидактично виправданим варіантом реалізації стрічки часу в основній школі автор вважає саме створення реальної (об'ємної) моделі: розташованої у просторі класної кімнати стрічки або мотузки, до якої прикріплюються картки певних подій (фото 1). З'ясовано, що суттєві ознаки і зв'язки, що їх зафіксовано в моделі, стають наочними для учнів лише тоді, коли

були виокремлені ними самими в їх особистих діях, коли вони самі брали участь у створенні моделі. «Побудова моделі дітьми забезпечує наочність суттєвих ознак, прихованих зв'язків та відношень; усі інші властивості, несуттєві в цьому випадку, відкидаються» [4].



Фото 1. Робота зі створення стрічки часу (фото зроблено у Великодиммерському НВК, смт Велика Димерка, Київська обл.)

Основна проблема, з якою стикаються при роботі з хронологічними даними і стрічками часу як їх графічним або реальним (об'ємним) втіленням, пов'язана з тим, що в ментальній моделі простору-часу, властивій людині, поняття часової шкали не закріплено. «Форми часу (локалізація подій у часі), – пише Стівен Пінкер, – поводяться подібно прийменникам та іншим просторовим термінам (локалізація в просторі). Категорія часу локалізує ситуацію тільки щодо деякого орієнтиру (момент мовлення або подія-референт), але не у фіксованій системі координат, таких як годинник або календар. Для неї важливішим є напрямок (до або після), але байдужа абсолютна відстань (дні, години, секунди). І вона зазвичай не звертає уваги на те, як влаштовано локалізоване явище, оскільки сприймає його як точку або частку, яка не має видимої внутрішньої структури» [5].

Внаслідок цього за стрічку часу за замовчуванням приймається просто послідовність подій, а не їхнє розташування з певними проміжками, пропорційними відображуваним інтервалам часу. (Співвідношення між собою подій, зазначених у різних ментальних хронологічних послідовностях, являє собою складну задачу.) Тому одним з головних критеріїв успіху в роботах з такими даними є саме створення часової шкали. При цьому необхідно, щоб ця шкала мала початок у

конкретний історичний момент часу і кінець (зазвичай у сьогоденні, але не обов'язково). Наступним кроком є чітке розділення часового відрізка на проміжки, що відповідають обраному масштабу представлення часу (мільярди та мільйони років для геохронологічної шкали, тисячоліття і століття для розвитку природничо-наукових знань тощо). Лише після цього можна починати розташувати події з урахуванням цієї шкали.

Деякі настільні ігри також можна вважати графічним варіантом реалізації стрічки часу [6]. Базовий варіант такої гри – ігрове поле з траєкторією покрокових переходів та гральний кубик як генератор числа переходів. *Evolve or Perish* («Розвивайся або вимирай») – настільна гра з кубиками, що опублікована на сайті Смітсонівського Національного музею історії природи NMNH (<http://www.mnh.si.edu/>) (див. додаток). Вона цілком підходить для запам'ятовування етапів розвитку життя на Землі, ер і періодів у середній школі, під час вивчення біології рослин і тварин, і дуже нетривіально проілюстрована художником Hannah Bonner [7].

Ще одним варіантом графічного представлення стрічки часу є перенесення подій з однієї часової шкали (наприклад, тієї ж геохронологічної) на іншу, більш звичну та зручну у використанні. Наприклад, для наочного представлення еволюційних подій можна взяти річний календар і представити геологічні проміжки у вигляді днів і місяців року (один день в цій моделі дорівнюватиме 12,6 млн років у історії Землі, але варто запропонувати учням розрахувати це самостійно). Тож, якщо вважатимемо, що Земля утворилася 1 січня такого календарного року, то найдавніші скам'янілі клітини утворилися 1–2 квітня, перші еукаріоти виникли 17 серпня, багатоклітинні водорості з'явилися на початку вересня, а перші хребетні тварини виникли 26 листопада. 30 листопада рослини вийшли на суходіл, слідом за ними 1 грудня вийшли й тварини. Динозаври вимерли лише 26 грудня, а людина розумна (*Homo sapiens*) з'явилася 31 грудня за годину до півночі. Ця модель (і робота з її створення) також сприяють формуванню уявлення про час як шкалу з поділом на одиничні відрізки.

Доволі поширеною є вербальна модель стрічки часу у вигляді тексту або таблиці. Ось приклад вербальної моделі за книжкою Ричарда Докінза «Розплітаючи веселку» (яка також апелює до певного об'ємного втілення).

«Розкиньте руки в сторони якнайширше, щоб вмістити всю еволюцію від її початку у кінчиків пальців вашої лівої руки, до сьогодення – правої».

На всьому шляху, що проходить від кінчиків пальців лівої руки через середину і далі правого плеча, життя складалося тільки з бактерій.

Багатоклітинне безхребетне життя розквітло десь біля вашого правого ліктя.

Динозаври беруть початок в середині вашої правої долоні, і вимирають на рівні останньої фаланги пальця.

Вся історія *Homo sapiens* і нашого предка *Homo erectus* уміщається на кінчику нігтя.

Що ж стосується записаної історії, шумерів, вавилонян, єврейських патріархів, династій фараонів, римських легіонів, християнських батьків церкви, незмінних законів мідян і персів; Трої і греків, Елени Прекрасної і Ахіллеса і смерті Агамемнона; Наполеона і Гітлера, Бітлз і Білла Клінтона, їх і всього іншого, що нам відомо, – здуваються у вигляді порохинки від легкого дотику пилочки для нігтів».

Цю вербальну модель можна досліджувати та використовувати як саме вербальну або за нею можна утворити графічну або фізичну модель. У першому випадку пропонуємо учням додати ще кілька подій з історії життя на Землі, стилізувавши їх описи «під Докінза», а також подумати над запитанням: «Зверніть увагу на мету моделювання: як ви гадаєте, чому автор обрав саме ці події? Що він хотів показати цим вибором?». Щоб створити графічну модель, кладемо на парту або вчительський стіл великий аркуш паперу та пропонуємо учневі покласти на нього розкинуті в сторони руки, які потім обводимо олівцем або фломастером. Задля більшої наочності додається горизонтальна лінія, вісь часу, на яку наносяться риси, що відповідають мільярдам років; на ній потім позначають вказані автором цитати та (додані самими учнями) події. Так само, під час переходу від вербальної до фізичної моделі, можна використати стрічку відповідної довжини або безпосередньо самого учня, на якому показувати еволюційні та історичні події.

Вербальні моделі можуть бути також реалізовані у вигляді таблиці з текстами, у стовпчиках якої порівнюються різні процеси або явища, що відбувалися в той самий час з різними об'єктами, – так звані синхроністичні таблиці. Дидактична мета синхроністичної таблиці з кількох предметів полягає в інтеграції знань, здобутих учнями під час вивчення цих предметів, унаочненні процесів розвитку науки та культури.

За синхроністичною таблицею, надрукованою в журналі «Біологія і хімія в рідній школі» [8], пропонується розробка групової практичної роботи або позакласного заходу для старшокласників зі створення стрічки часу «Розвиток природничо-наукових знань»

та виконання завдань по роботі з нею. Цю розробку можна використати для проведення семінарського заняття для студентів педагогічних вишів або майстер-класу для вчителів на курсах підвищення кваліфікації (фото 2). Втім, учителі можуть використовувати цю розробку, опрацювавши її для своїх конкретних цілей: обираючи окремі предмети (із включенням карток з історії інших природничо-наукових дисциплін) а також подій історії та культури. Для гуманітарних класів буде цікавим співвіднесення відомих їм історичних періодів з прогресом наукової і технічної думки, не очевидне за іншими джерелами.



Фото 2. Вчителі створюють стрічку часу за синхроністичною таблицею (навчальний стартап з підготовки вчителів біології та керівників гуртків біологічного профілю до професійної сертифікації «Методика викладання генетики і молекулярної біології в школі», 18 січня 2017 р., м. Київ, НЕНЦ)

Цілком можливою є й організація групової роботи з однаковими наборами карток (див. набір карток на с. 39–41¹); у цьому разі легше здійснювати оцінювання. Ускладнити завдання, зорієнтувавши їх від формування тільки хронологічної компетентності в бік предметних знань, можна за рахунок додаткових завдань, що пропонують пов'язати певні події в історії науки та культури між собою (як словами, у вигляді пояснень, так і у формі просторових зв'язків за допомогою кольорових стрічок).

Необхідні матеріали:

- екземпляри синхроністичної таблиці;
- набори карток подій, підготовлені за синхроністичною таблицею (по одному набору карток для кожної з груп);
- картки із завданнями або слайд презентації;
- мотузка, парашутна стропа або кіперна стрічка (стрічка для закріплення багажу на верхньому багажнику автомобіля) шириною 2 см і довжиною 3 – 5 м, до 5 шт. (за кількістю груп);

¹ Текстовий файл MD Word з кольоровими картками можна скачати за посиланням https://www.dropbox.com/s/2n401xz4v3ir8o6/game_bio_cards.doc?dl=0 (1,5 Мб).

- маленькі затискачі для паперу (біндери), прищіпки або великі кольорові скріпки (приблизно по 20 – 25 на групу);

- тонкі стрічки 2 – 3 кольорів.

За синхроністичною таблицею можна підготувати кілька варіантів наборів карток з кожного предмета (вирівняних за змістом і складністю). Бажано, щоб тексти на картках і текст у синхроністичній таблиці дещо різнилися між собою, – це необхідно, аби під час виконання завдання учасники уважніше читали тексти в синхроністичній таблиці. На картки також бажано додати зображення, які ілюструють певну подію². На картках не вказується рік події – його також необхідно знайти з використанням синхроністичної таблиці. Варто зазначити, що деякі події, важливі для біології, у синхроністичній таблиці розміщено в стовпці «Хімія».

Готуючи набори карток, можна крім предметних зробити і використовувати картки історичних і культурних подій – таких, які є важливими віхами в історії.

Хід роботи

Перед початком роботи варто переконатися, що в приміщенні є можливість розмістити стрічки такої довжини (якщо можливості немає, стрічки можна зробити і коротшими, проте чим довша стрічка, тим точніше можна бути виконати завдання). Добре, якщо є можливість нерухомо закріпити один з кінців стрічки, «початок часу» (наприклад, на кіперній стрічці є спеціальний карабін, який може бути пристебнутий до будь-якої труби).

Колектив ділиться на групи по 4 – 6 осіб. Кожній групі після організаційного моменту надається екземпляр синхроністичної таблиці та видається власний набір карток, а також інші матеріали. У разі потреби можна виділити кілька людей, які не будуть входити в групи, і підготувати їх для оцінювання результатів змагання.

Під час інструктажу завдання ставиться в найзагальнішому вигляді: пропонується створити стрічку часу, що представляє хід розвитку тієї чи іншої природничої науки (або всіх природничих наук). При цьому в явному вигляді не називаються ті критерії, за якими буде оцінено роботу групи: прийняття деяких важливих організаційних рішень має бути за самою групою. Також зазначається, що окремо буде видано додаткове завдання.

Після цього групи самоорганізуються та починають роботу.

² Розмір надрукованих карток залежить від способу використання: для урочного використання досить карток розміром в $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{9}$ аркуша А4, у той час як для позакласного заходу на сцені оптимальними будуть картки формату А4.

Через деякий час, коли перші картки подій вже розміщено на стрічках, групам видаються роздруковані **завдання** такого змісту.

«Відомим є вислів Ісаака Ньютона з листа Роберту Гуку: «Якщо я бачив далі від інших, то тому, що стояв на плечах гігантів». Цім висловлюванням великий учений вказує на важливість зв'язку з попередниками, на наукові праці яких він спирався.

Укажіть, які із запропонованих вам подій в історії науки та культури пов'язані між собою. Після того, як ви розмістите на стрічці часу всі картки подій, з'єднайте за допомогою кольорових стрічок такі події: ту, що стала основою для наукового відкриття, та саме відкриття. Якщо такі зв'язки поєднуюватимуть різні за об'єктами та методами досліджень ланцюжки подій, то для них можна використати стрічки різного кольору³.

Пам'ятайте: не обов'язково, щоб всі запропоновані картки були використані у зв'язках (але намагайтесь знайти якомога більше зв'язків між подіями)».

Критерії перевірки та оцінювання

Створені стрічки часу (а також процес їх створення) оцінюються за такими критеріями.

1. Правильність виконання завдання:

- правильно знайдені роки подій для кожної картки – *9 балів* (0,5 бала за кожну картку);

- правильно розташовані по роках картки – *9 балів* (0,5 бала за кожну картку). Правильне розміщення передбачає дотримання масштабу часу, проте учасники можуть домогтися близького до правильного розташування і не створюючи спеціально тимчасову шкалу;

- правильно встановлено зв'язки між подіями – *12 балів* (за наведеним нижче прикладом карток – *1 бал* за зв'язок плюс додаткові, «преміальні» *2 бали* за додатково знайдені та пояснені зв'язки).

2. Організація роботи групи:

- розподіл обов'язків між членами групи (одні учасники розтягують стрічку, інші шукають роки, треті будують шкалу) – *6 балів*;

- швидке виконання роботи – *12 балів* команді, яка першою завершила виконання завдання, *8 балів* – другі, *4 бали* – третій.

Максимальний бал – 48⁴.

В наведеному наборі карток подій з біології є кілька ліній біологічного змісту: систематика рослин (від Арістотеля до К. Ліннея), дослідження клітини (від винайдення окулярів до синтетичної клітини: Сальвіно Д'Армате – А. ван

³ Учитель може також у разі потреби запропонувати написати пояснення для таких зв'язків й оцінити їх окремо.

⁴ Цей *рейтинговий* бал можна буде легко перерахувати в оцінку за 12-бальною системою: достатньо розділити кількість набраних групою балів на 4.

Левенгук – Р. Гук – Т. Шванн – К. Вентер зі співробітниками), боротьби з інфекційними захворюваннями (із використанням вакцинації та хіміотерапії: Абу Алі ібн Сіна – Л. Пастер – А. Флемінг – П. Ерліх). Крім того, є окремі зв'язки, які потребують високого рівня обізнаності в історії та методології науки. Наприклад, це уявлення про небулярну гіпотезу І. Канта як передумову створення теорії еволюції Ч. Дарвіном та розуміння необхідності використання відкритих В. Рентгеном рентгенівських променів при побудові моделі молекули ДНК Ф. Кріком і Дж. Д. Уотсоном (рентгеноструктурний аналіз, здійснений Розаліндою Франклін). Можливо, учасники групової роботи знайдуть ще й інші зв'язки між подіями.

За цим прикладом можна створити різні завдання, які відрізнятимуться за змістом та особливостями роботи з таблицею і картками. Так, нижче наведено завдання та набір карток, який для нього можна підготувати, але не у вигляді готових карток, а як перелік подій та вчених (з наведеним часом, коли відбувалися події як елементом відповіді, який учні мають знайти самостійно, та зірочка (*), що позначає елементи правильної відповіді).

Як окремий варіант роботи із синхроністичною таблицею можна розглядати такий, в якому учні самі добирають і створюють картки для стрічки часу за певним завданням (сформульованим вчителем або самими учнями), наприклад: «Знайдіть у синхроністичній таблиці всі події, пов'язані з дослідженням фотосинтезу. Зробіть картки для створення стрічки часу».

Завдання. З'ясування природи спадковості. Протягом останніх двох століть учні-біологи (разом з хіміками та фізиками) зробили кілька видатних відкриттів, які дали змогу з'ясувати механізми успадкування ознак нащадками від предків під час розмноження. Із запропонованого набору карток з іменами вчених та їхніми дослідженнями зробіть стрічку часу, що відбиває послідовність подій, пов'язаних із розкриттям природи спадковості. Пам'ятайте: не обов'язково, щоб всі запропоновані картки були використані у відповіді, можливо, серед них є декілька зайвих.

Відповіді.

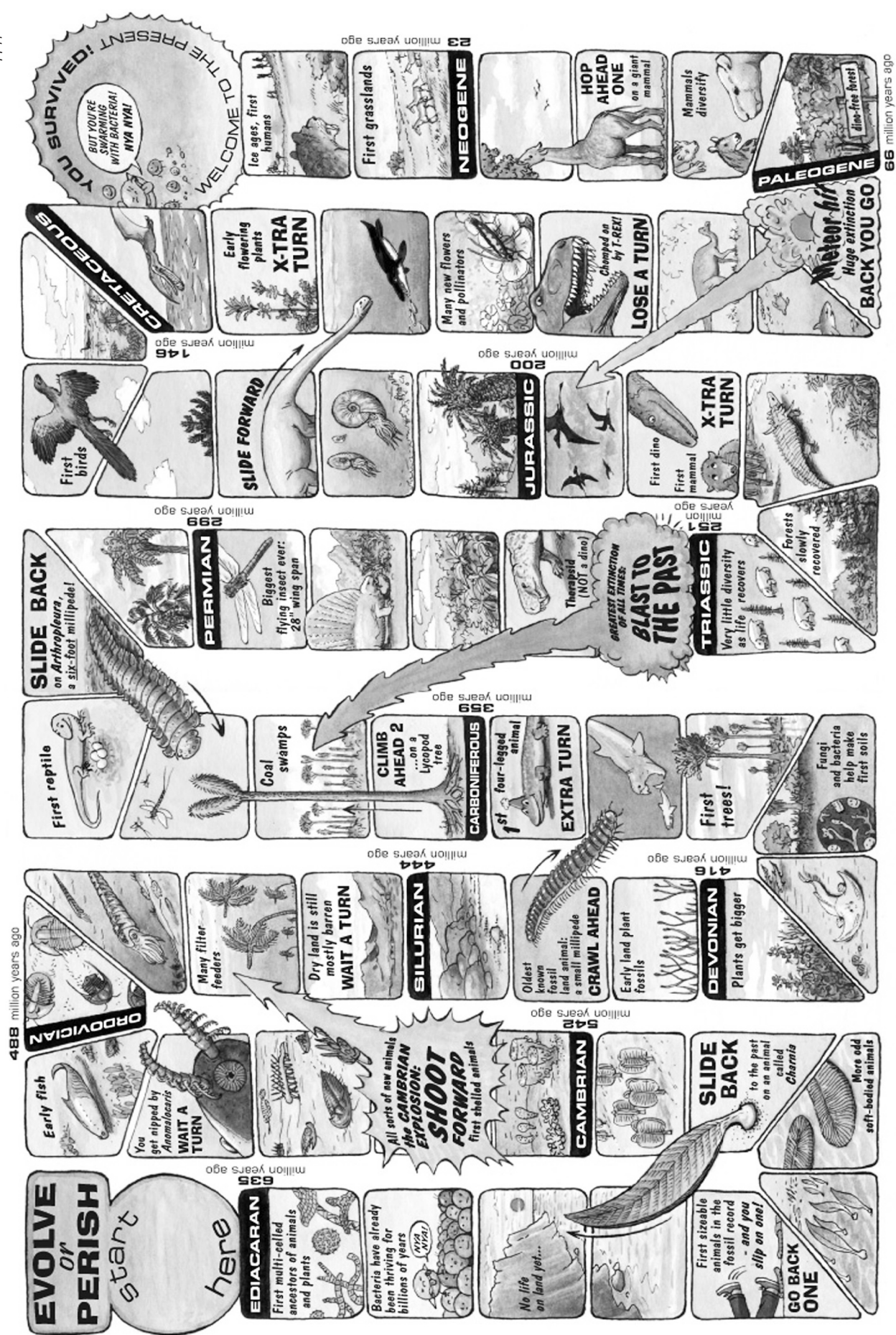
- Відкриття клітинного ядра (Р. Броун) – 1831 р.*
- Створення теорії еволюції шляхом природного добору (Ч. Дарвін) – 1859 р.
- Відкриття законів спадковості (Г. Мендель) – 1863 р.*
- Синтез дипептиду (Е. Фішер) – 1901 р.
- Створення гіпотези про роль хромосом у спадковості (Т. Бовері, У. Сеттон) – 1902 – 1903 рр.*

- Створення хромосомної теорії спадковості (Т. Х. Морган) – 1915 р.*
- Відкриття пеніциліну (А. Флемінг) – 1929 р.
- Відкриття резус-фактора (К. Ландштайнер, А. Вінер) – 1940 р.
- Побудова моделі ДНК (Д. Уотсон, Ф. Крік) – 1953 р.*
- Синтез ДНК (А. Корнберг) – 1956 р.*
- Синтез інсуліну (Я-Ванг та ін.) – 1964 р.
- Відкриття генетичного коду (М. Ніренберг, Г. Г. Корана та ін.) – 1966 р.*
- Відкриття зворотної транскриптази ретровірусів (І. Темін, Д. Балтімор) – 1970 р.*
- Синтез вітаміну В₁₂ (Р. Вудворд) – 1971 р.
- Синтез гена транспортної РНК (Г. Г. Корана) – 1975 р.*
- Відкриття фулерену (Р. Керл, Г. Крото й Р. Смолі) – 1985 р.
- Повне розшифрування геному людини (під керівництвом К. Вентера) – 2003 р.*
- Створення штучної хромосоми (під керівництвом К. Вентера) – 2007 р.*

ЛІТЕРАТУРА

1. Власов В. С. Прийоми формування хронологічного складника історичної предметної компетентності учнів основної школи / В. С. Власов // Анот. рез. Наук.-досл. роботи Ін-ту педагогіки НАПН України за 2016 р. – К. : Інститут педагогіки, 2016. – 260 с. – С. 127 – 128.
2. Козленко О. Г. Співвідношення теоретичного змісту та ілюстративного матеріалу в підручниках біології / О. Г. Козленко // Пробл. сучас. підручника: зб. наук. праць / [ред. кол.; голов. ред. – О. М. Топузов]. – К. : Пед. думка, 2014. – Вип. 14. – 866 с. – С. 293 – 300.
3. Bacca A., Łaszczyca M., Łaszczyca P., Skirmuntt G., Skirmuntt K., Biologia Podręcznik, zakres podstawowy, seria CIEKAWI ŚWIATA – Gdynia, OPERON, 2012.
4. Зайцева Л. Дидактична модель як засіб усвідомлення дітьми дошкільного віку уявлень про об'єкти довкілля / Л. Зайцева // Психолого-пед. пробл. сіл. шк. – Вип. 38. – 2011. – С. 71 – 76.
5. Пинкер С. Субстанція мышления: Язык как окно в человеческую природу / пер. с англ. – М. : Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 560 с. (Философия сознания.) – С. 242 – 243.
6. Козленко О. Г. Настільні ігри з науковою основою (science-based games) / О. Козленко // Біологія і хімія в шк., 2011. – № 4. – С. 20 – 22; № 5. – С. 22 – 25.
7. ETE game: Evolve or Perish // Режим доступу: http://www.mnh.si.edu/ete/ETE_Education&Outreach_Game.html
8. Величко Л. Синхроністична таблиця як засіб інтегрування знань із природничих предметів / Л. Величко, О. Козленко, Ю. Малієнко, Ю. Мельник, О. Надтока // Біологія і хімія в рідній шк. – 2016. – № 6. – С. 2 – 16.

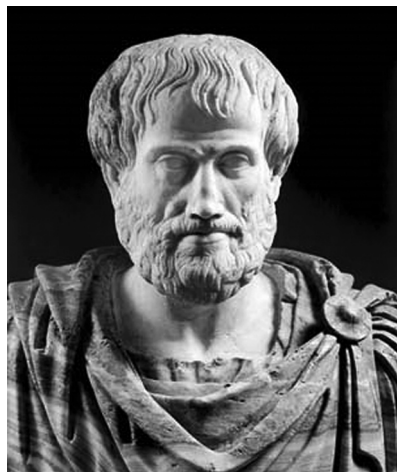
Додаток



created by Hannah Bonner, Cindy Loozy, Ivo Dujnsteite and other members of the ETE program of the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution

Мал. 1. Ігрове поле гри *Evolve or Perish* («Розвивайся або вимирай»)

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ТВАРИН



Арістотель

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ



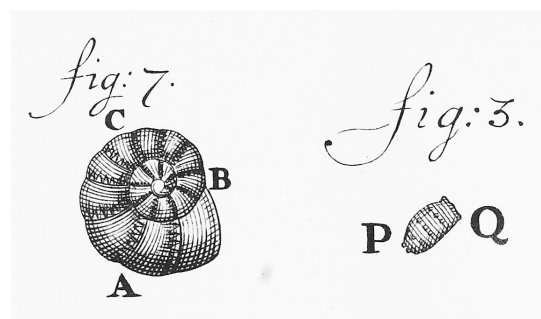
Абу Алі ібн Сіна (Авіцена)

«АНАТОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРО РУХ СЕРЦЯ ТА КРОВІ У ТВАРИН»



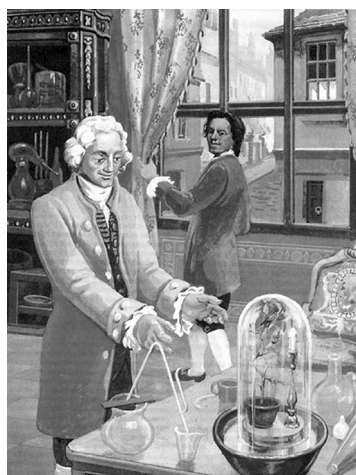
У. Гарвей

ПЕРШЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НАЙПРОСТІШИХ ОРГАНІЗМІВ



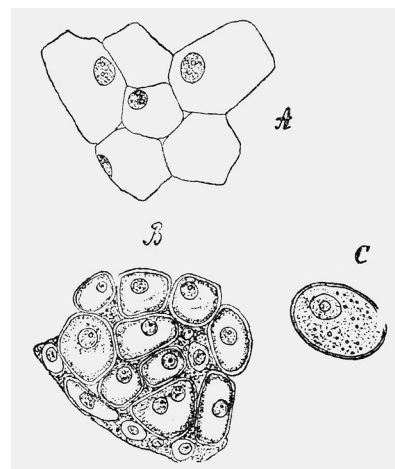
А. ван Левенгук

ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ПОВІТРЯ (ВІДКРИТТЯ ВИДІЛЕННЯ КИСНЮ РОСЛИНАМИ)



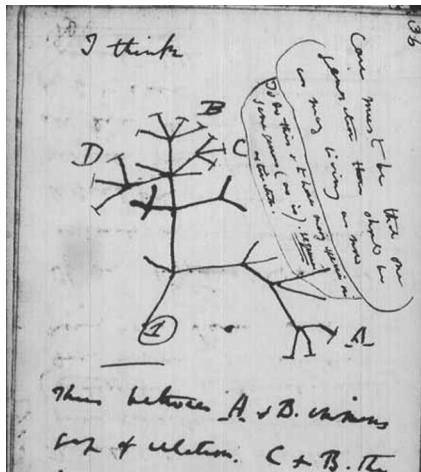
Дж. Прістлі

КЛІТИНА – СПІЛЬНА СТРУКТУРНА ОДИНИЦЯ ВСІХ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ



Т. Шванн

КНИГА «ПОХОДЖЕННЯ ВИДІВ ШЛЯХОМ ПРИРОДНОГО ДОБОРУ»



Ч. Дарвін

ДОВЕДЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ



Л. Пастер

МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛИ ДНК, ЯКА ПОЯСНЮЄ ПРОЦЕС САМОКОПІЮВАННЯ



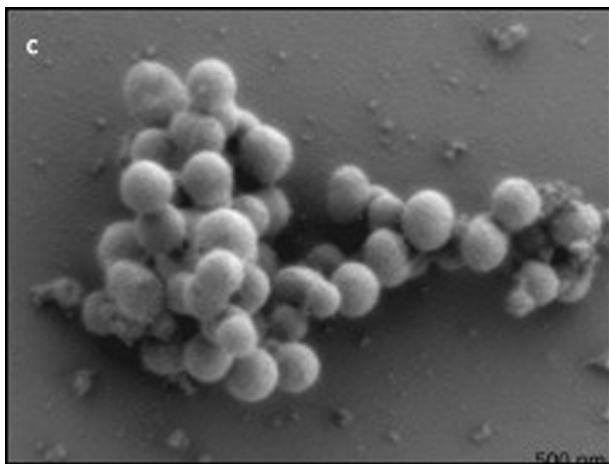
Дж. Д. Уотсон, Ф. Крік

ВИНАЙДЕННЯ ОКУЛЯРІВ



Сальвіно Д'Армате

СИНТЕТИЧНА ЖИВА КЛІТИНА



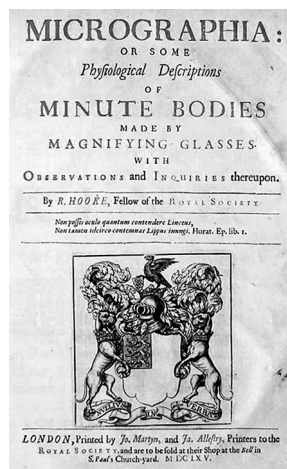
К. Вентер із співробітниками

ПЕРШИЙ АНТИБІОТИК – ПЕНІЦИЛІН



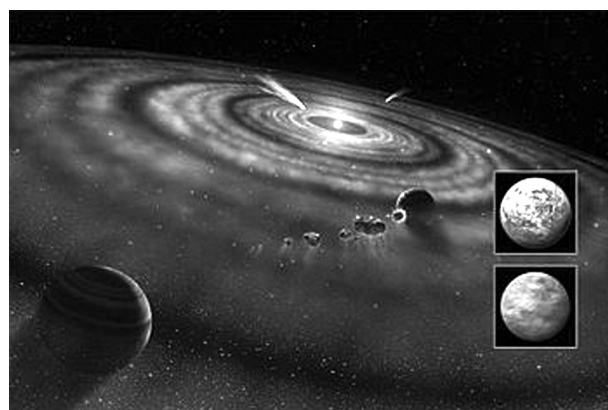
А. Флемінг

ТЕРМІН «КЛІТИНА» ТА КЛІТИННА БУДОВА РОСЛИН



Р. Гук

НЕБУЛЯРНА ГІПОТЕЗА ПРО ПОХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ



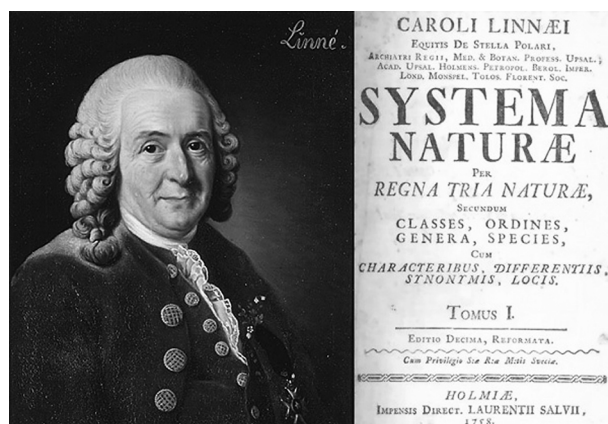
І. Кант

ХІМІОТЕРАПІЯ ДЕЯКИХ ЗАХВОРЮВАНЬ (СИФІЛІСУ)



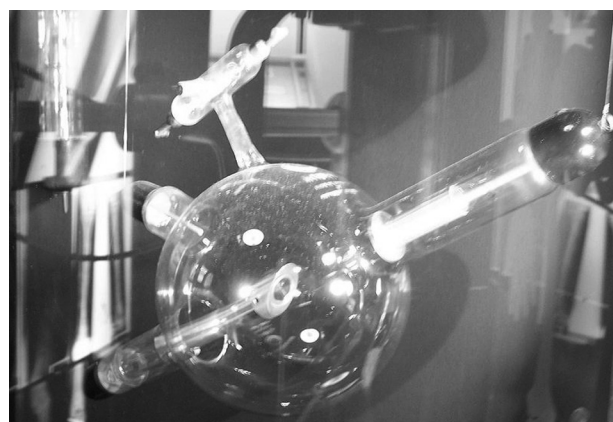
П. Ерліх

СИСТЕМАТИКА РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО СВІТУ, БІНАРНА НОМЕНКЛАТУРА



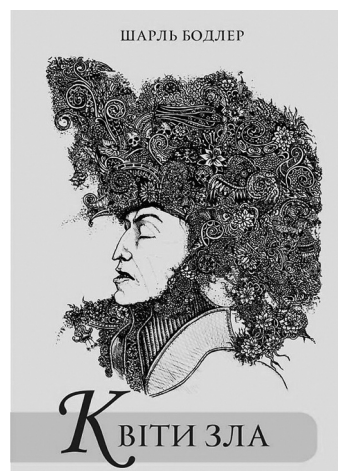
К. Лінней

ВІДКРИТТЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЗДАТНОГО ПРОНИКАТИ КРИЗЬ МАТЕРІАЛИ



В. Рентген

ЗБІРКА ПОЕЗІЙ «КВІТИ ЗЛА»



Ш. Бодлер