

Святлана Баёва

г. Менск

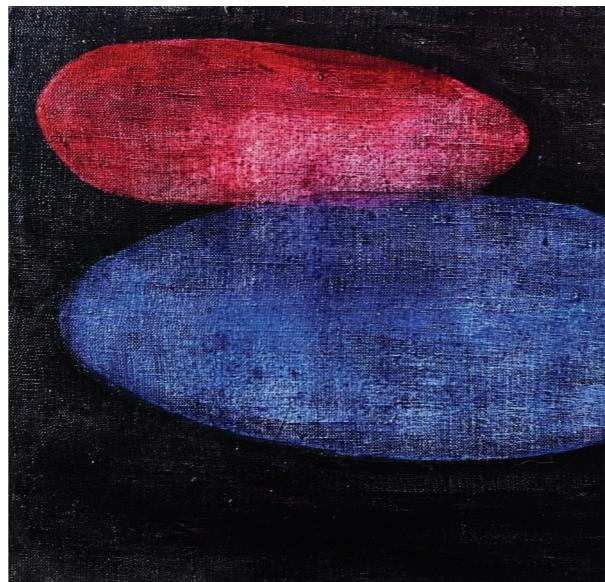
Закончыла Мастацкі каледж імя Глебава (Менск),  
Мастацка-прамысловую акадэмію імя Штыгліца  
(Санкт-Пецярбург).



## ДАВЕДКАВЫ АРТЫКУЛ:

### ФАКТЫ ПРА ЧЫРВОНАЕ І СІНЯЕ ЗРУШЭНЬНІ.

Чырвонае і сінє зрушэньні апісваюць, як съятло зрушваецца ў бок карацейшых ці даўжэйшых хвяляў, калі аб'екты ў космасе (як зоркі ці галактыкі) прыбліжаюцца ці аддаляюцца ад нас. Гэтая канцепцыя – ключ да складання мапаў пашырэнья Сусвету.



#### ПРАЦЫ ПРЫСЬВЕЧАНЫЯ НАВУЦЫ.

Што мяне зачапіла як мастака? Фізычная зъява чырвонага і сіняга зрушэньня.

Сувязь між рэальным і духоўным. Навука і мастацтва.

Эксперыментавала з звычайнymі формамі: пляма, крапка і лінія. Шукала ўзаемасувязь колеру і формы. Сымбалічны і псыхафізичны ўплывы на чалавека.

#### Выводзіць $2_n(n)$ :

Калі  $n = 0$  вывесці адну палку  
Калі  $n > 0$  вывесці  $2_n(n-1)$  "+" вывесці  $2_n(n-1)$

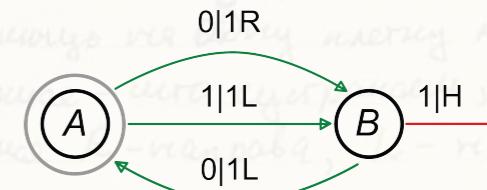
Калі паразважаць, можна напісаць такую праграму для выводу палачак па дзесятковай парадкавай натациі, можна таксама і па стрэлцы Кнута, можна нават даволі лёгка напісаць праграму, якая выведзе G (калі б у нас была прастора яго запісаць).

Вядома ж, панятак алгарытму тут я выклайу вельмі нефармальна, і трэба шмат намаганняў, каб яго абагульніць. Звычайна ў матэматыцы алгарытмы вызначаюцца з дапамогай абстрактнай машины Т'юрынга (*Turing machine*). Больш-менш дастаткова, здаецца, для запісу амаль адвольнага алгарытму мець машину, якая складаецца з бясконцай у абодва бакі стужкі, размежаванай на клетачкі, у кожную клетачку запісаны альбо нулік, альбо адзінка:

0	0	0	1	0	0	1	0
							H

Машина ў любы момант часу месціцца ў адной з клетачак. У яе ёсць некаторы набор унутраных станаў:  $a, b, \dots$ . У залежнасці ад яе стану, машина рухаецца на адну клетачку ўправа альбо на адну клетачку ўлева, мяняе альбо не мяняе сімвалу ў клетачцы на супрацьлеглы ці спыняецца. Тая паслядоўнасць нулікаў і адзінак, якая была на стужцы першапачаткова, – гэта ўваход алгарытму. Тая, якая апынулася на стужцы пасля спынення машины, – гэта яго выхад. Можна паказаць, што пры адпаведнай інтэрпрэтацыі паслядоўнасці нулікаў і адзінак такая машина можа выкананы любы алгарытм, які можа выкананы любая іншая лічбавая машина.

Прыклад машины з двумя станамі:



Гэта значыць, машина пачынае працаваць у стане А (абвездены падвойным кальцом).

Калі ў першапачатковым стане яна сустрэла нулік у клетачцы, яна запісвае адзінку і рушыць на адну клетку ўправа (гэта пазначаецца  $0|1R$ : першае, што сустракаем пасля рысы, – што запісваем, і другое – куды рухаемся: R – направа, L – налева, H – спыненне). Прыклад працы машины на стужцы з адных нулікаў:

1)	{	0	0	0	0	0	0	}
							A	

2)	{	0	0	0	1	0	0	}
							B	

3)	{	0	0	0	1	1	0	}
							A	

4)...

5)...

6)	{	0	1	1	1	1	0	}
							H	

Можаш пасправабаваць намаляваць крокі 4) і 5) самастойна. Прыведзеная вышэй машина Т'юрынга выдае найбольшую паслядоўнасць адзінак сярод усіх машинаў Т'юрынга з двума станамі.

Вызначэнне: «працавітым барбром»  $BB(n)$  называецца машина Т'юрынга з  $n$  станамі, якая спыняецца (увогуле спыняецца, большасць

машынаў Т'юрынга не спыняеца (ніколі) і пры гэтым выдае найбольш доўгую паслядоўнасць адзінак сярод усіх машынаў Т'юрынга з  $n$  станамі. Вышэй быў прыклад «працевітага бабра» з двумя станамі. Функцыяй «працевітага бабра»  $f(BB(n))$  называеца функцыя, якая выдае колькасць адзінак, якую выдае «працевіты бабёр» з  $n$  станамі.

Тут важна зразумець, што цяжкасць не ў тым, каб пералічыць усе машыны з  $n$  станамі: іх не вельмі шмат, усяго толькі  $(4n+1)^{2n}$ . Цяжкасці ў тым, каб зразумець, ці спыняеца вызначаная машына. Большасць з гэтых  $(4n+1)^{2n}$  будуць працеваваць бясконца.

Некаторую ацэнку  $f(BB(n))$  можна, вядома, атрымаць, калі нейкім чынам перакласці нефармальнае вызначэнне алгарытму, напрыклад, для стрэлкі Кнута на мову машынаў Т'юрынга. Гэта будзе некаторая машына, якая выдае вельмі вялікую колькасць палачак, і ў яе будзе нейкая колькасць станаў. Але ж нават пры вельмі вялікім  $n$  маюцца малыя шанцы, што існуе машына, якая выдае значна больш адзінак, чымся наш прыклад. Таму магчыма толькі ацэнка знізу. Тут яшчэ трэба дадаць, што не можа існаваць алгарытм, які б вызначаў, ці спыняеца некаторая машына Т'юрынга. Гэта даволі проста даказваецца: будуеца машына, якая спыняеца, калі на яе ўваход прыходзіць апісанне бясконцай машыны і яна выконвае бясконцы цыкл, калі да яе прыходзіць апісанне машыны, што спыняеца. Потым мы падаем апісанне гэтай машыны на ўваход ёй самой – і вуаля, маем супярэчанне. Таму можа аказацца, што пачынаючы з нейкага  $n$ ,  $f(BB(n))$  нават немагчыма вылічыць.

Функцыя «працевітага бабра» – у некаторым сэнсе найвышэйшы спосаб запісу функцыяў, што хутка растуць. Вакол яе шмат даследаванняў. Усё гэта, дарэчы, звязана з вядо-

мая тэарэмай Гёдэля (Kurt Gödel) пра непаўнату класічнай арыфметыкі. Давайце я прыкладна пакажу, як гэта працуе. Ідэя доказу тэарэмы Гёдэля вельмі падобная на ідэю доказу таго, што немагчыма алгорытмічна вызначыць, ці спыняеца машына Т'юрынга. Там будуеца запіс аксіёмаў арыфметыкі з дапамогаю толькі лікаў (памятаце пра гандаль натуральнымі лікамі?) – у некаторым сэнсе нам, дзесям лічбавага веку, гэта лёгка зразумець. Любое сцвярджэнне арыфметыкі можна запісаць у выглядзе тэксту. Тэкст – гэта вялікі натуральны лік, такім чынам любое сцвярджэнне пра тэкст – гэта сцвярджэнне пра натуральны лік, які яго рэпрэзентуе. Вядома, Гёдэль рабіў значна больш фармальну і значна больш кампактную канструкцыю. Ідэя Гёдэля закадаваць усе сцвярджэнні ў выглядзе лікаў вельмі захапляе даследнікаў функцыі «працевітага бабра». Рэч у тым, што адвольнае сцвярджэнне з матэматыкі можна таксама закадаваць як машыну Т'юрынга з пэўнаю (часам не вельмі вялікаю) колькасцю станаў, якая спыняеца, толькі калі сцвярджэнне вернае. Напрыклад, несупярэчлівасць сістэмы аксіёмаў Цэрмэлё – Фрэнкеля (Zermelo–Fraenkel set theory), якую немагчыма вызначыць у межах саміх гэтых аксіёмаў, можна закадаваць з дапамогаю машыны з 748 станамі. Такім чынам увесе матэматычны апарат, заснаваны на гэтай сістэме аксіёмаў, не можа вызначыць  $f(BB(748))$ .

Ну вось такая ёсць матэматычная цікавінка. Не ведаю, ці пройдзе яна таварыша маёра, я спадзяюся, мае вызначэнні дастаткова прыстыя, каб бачыць, што з імі ўсё ў парадку.

Ну, напэўна, хопіць ужо на гэты раз.

Юре Адамаў



## ШТО ТАКОЕ ЧЫРВОНАЕ І СІНЯЕ ЗРУШЭНЬНІ?

Святлана Баева

Ідэя і аўтарства ілюстрацыі: Святлана Баева

Заднія канцавіны былі прыблізна ўдвяя большыя за пярэднія, а пера соўлася яна на дзвюх нагах. Наконт дыёты жывёліны меркаванні навукоўцаў разышліся. Большасць навукоўцаў схіляецца да таго, што ён быў дробным драпежнікам, але ёсць і меркаванні, што эараптар быў інсектаедным. А вядомы аргентынскі палеонтолаг Сэбаст'ян Апэстэгія ўвогуле паставіў нашага героя ў шэрагі траваядных жывёлінаў на падставе канструкцыі пярэдніх канцавінаў. Працягласць жыцця эараптара ацэньваецца прыблізна на 40 гадоў.

Таксама варта згадаць нъясазаўра (*nyasasaurus* – ад назову возера Нъяса), якога некаторыя навукоўцы лічаць першым дыназаўрам. Мяркуюць, што ён жыў прыблізна 242 мільёны гадоў таму ў Афрыцы, але далучэнне яго да дыназаўраў спрэчнае, бо ў нъясазаўра ёсць аса-блівасці не харктэрныя для дыназаўраў. Таму некаторыя навукоўцы ўсё ж адносяць яго да продкаў дыназаўраў. Жывёліна была досыць вялікай для свайго часу. Даўжыня скла-

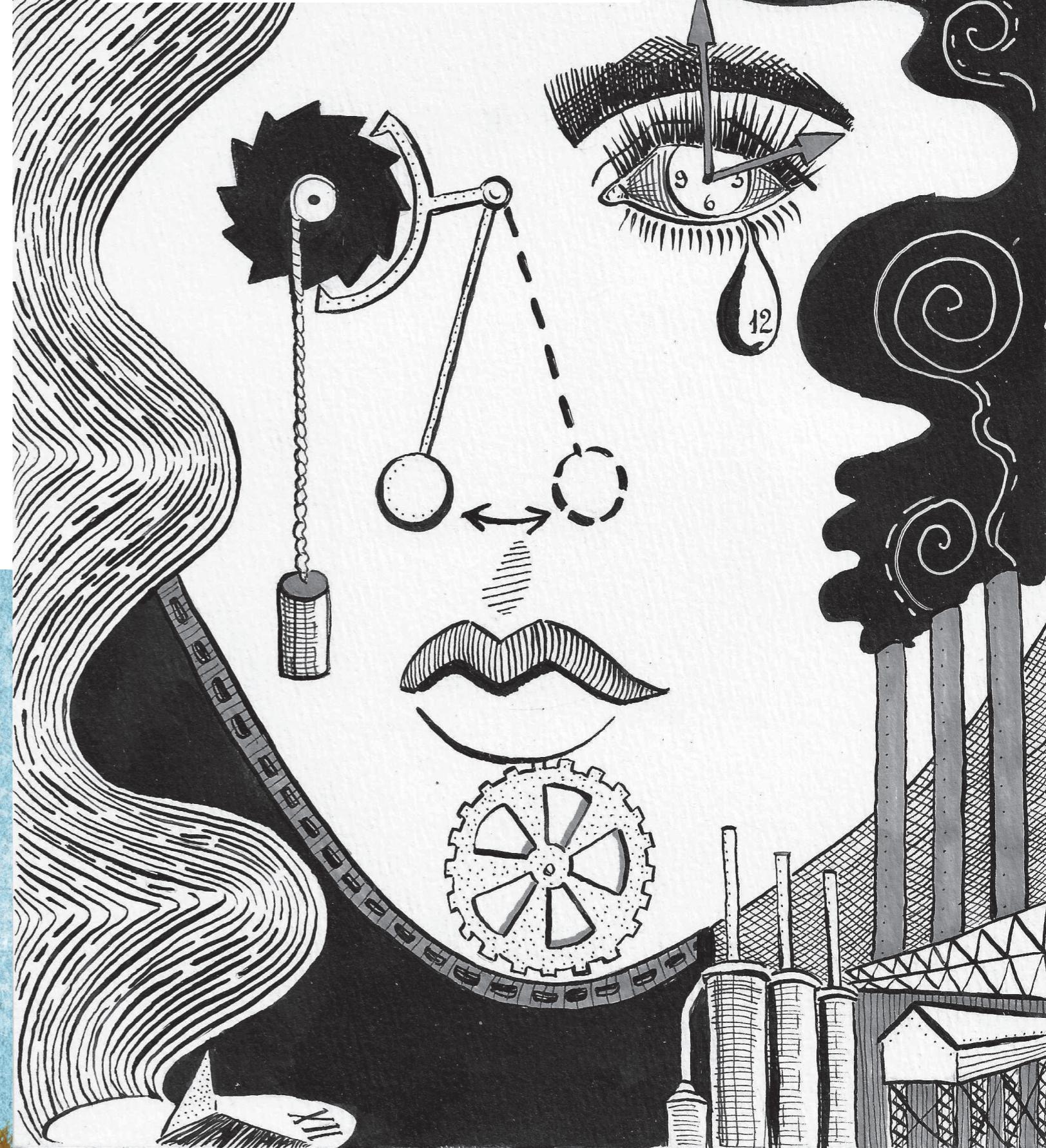
дала да 3м, вышыня да 1м, а вага ад 20 да 60 кг. На жаль, мы не ведаем харчовыя звычкі нъясазаўра, але мяркуеца, што ён быў усеядным. Рэчаіснасць на дадзены момант такая, што ў нас вельмі мала дадзеных пра гэтую істоту.

Наступным разам мы больш падрабязна спынімся на першых кроках дыназаўраў па зямлі і на кірунках іхнага развіцця.

Крыніца: [https://www.youtube.com/@crazy\\_paleontologist](https://www.youtube.com/@crazy_paleontologist)

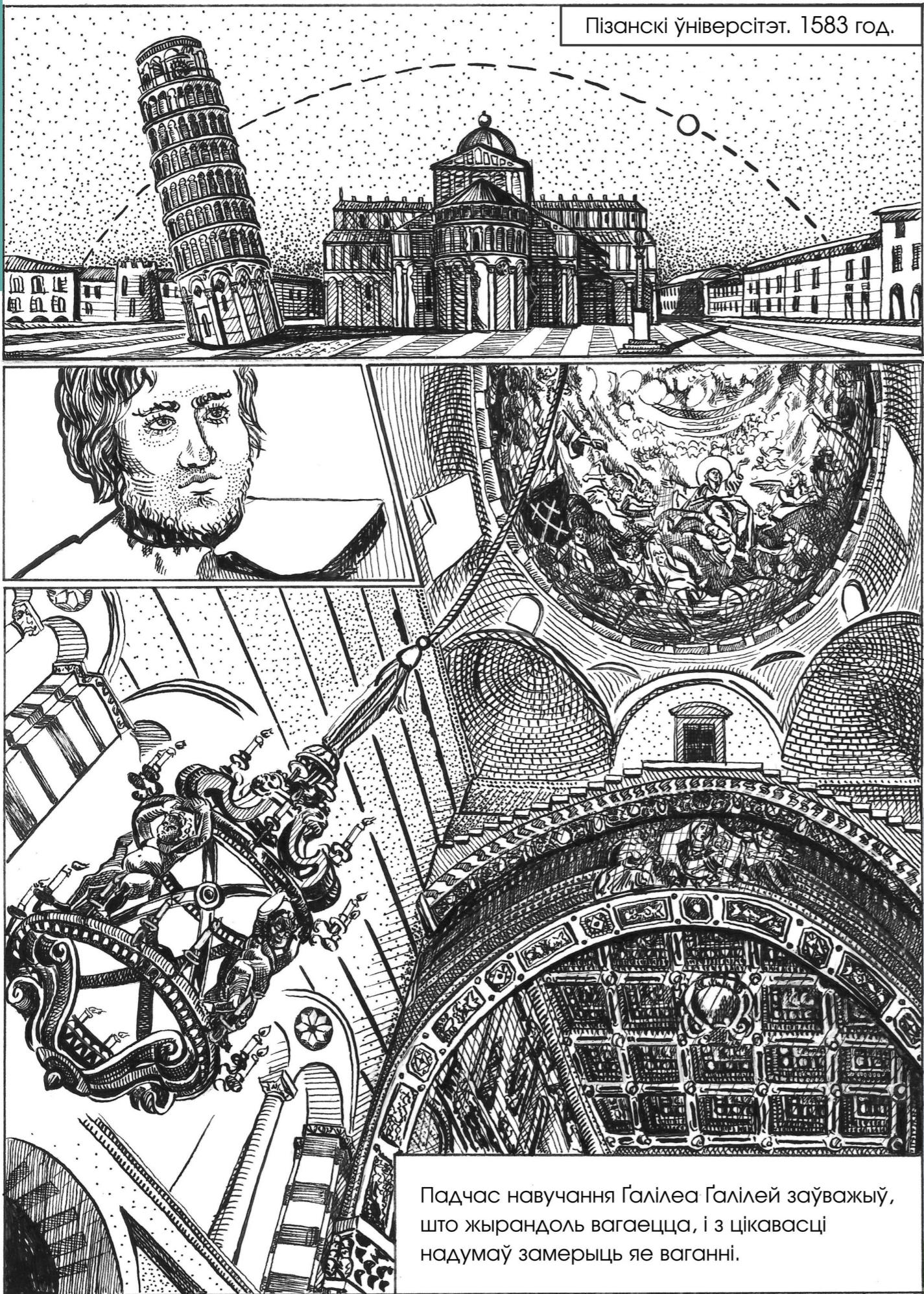
## ВЫНАХОДНІЦТВА МАЯТНІКАВАГА ГАДЗІННІКА

ІДЭЯ І АУТАРСТВА КОМІКСУ: СВЕТА ВОЛЧАК



### НЪЯСАЗАУР





Гэта група прагрэсіўных рэптылій, што харектарызуецца наяўнасцю зубоў у адмысловых ячэйках, чацвёртага круцяка на сцегнавой костцы (бугарок для замацавання цягліцаў), аблегчаным за кошт фэнэстраў (перадвочны, на ніжнай сківіцы і харектэрны для ўсіх дыяпісаў два на скроні – для мацавання цягліцаў) чэрапа, а таксама чатырохкамернага сэрца. Архазауры ўлучаюць дыназаураў, а таксама птэразаураў, птушак і кракадзілаў. Архазауры былі добра прыстасаваны да засушлівага ранняга Трыясавага перыяду. Дзякуючы эфектыўнай сістэме кровазвароту, што паляпшала тэрмарэгуляцыю, а таксама эфектыўнай выводнай сістэме, якая эфектыўна захоўвала ваду (дазваляла выводзіць мачавую кіслату замест мачавіны).

І вось мы дайшлі беспасярэдне да дыназаураў. Сярод іншых архазаураў яны вылучаюцца шэрагам прыкметаў. Па-першае, іхняя тазавыя косткі зрастаюцца такім чынам, што ў сярэдзіне застаецца адтуліна. Гэта дазволіла дыназаурам мець эфектыўны тазасцегнавы сустаў. Па-

другое, фіксаваныя запясці на лапах. Астрагал і пяткавая костка значна паменшыліся, што зрабіла запясці нерухомымі ў бакі, але ж дзякуючы гэтаму дыназауры набылі хуткасць і спрытнасць у перасоўванні. Вось мы і высветлілі, што дыназауры – рэптыліі, якія ў працэсе эвалюцыі атрымалі аблегчаны чэрап, чатырохкамернае сэрца, эфектыўны кровазварот і выводную сістэму, шарнірныя сцегнавыя суставы і фіксаванае запясце. Паводле гэтых прыкметаў палеантолагі і адрозніваюць іх ад іншых жывёлінаў. Хаця ў дачыненні першых дыназаураў адрозненні былі не надта выразныя, і вельмі нярэдкія спрэчкі, каго далучаць да дыназаураў, а каго не. Але ж хто быў першым дыназаурам? Першым дыназаурам лічыцца эараптар (eoraptor – з грэцкае мовы можна перакласці як «ранішні яшчар»), які з'явіўся прыблізна 235 мільёнаў гадоў таму на тэрыторыі сучаснай Паўднёвай Амерыкі.

Гэта была невялікая істота: даўжынёй каля 1 метра, ростам прыблізна 60 см і вагой да 10 кг.



анаэробныя бактэрыі, якія ў працэсе сваёй жыццядзейнасці вылучалі се-равадарод. На дне акіянаў з павелі-чэннем тэмпературы пачалі раскла-дацца гідраты метану (спалучэнні метану з вадою), колькасць метану ў атмасфери павялічылася, што яшчэ больш узмацніла парніковы эффект.

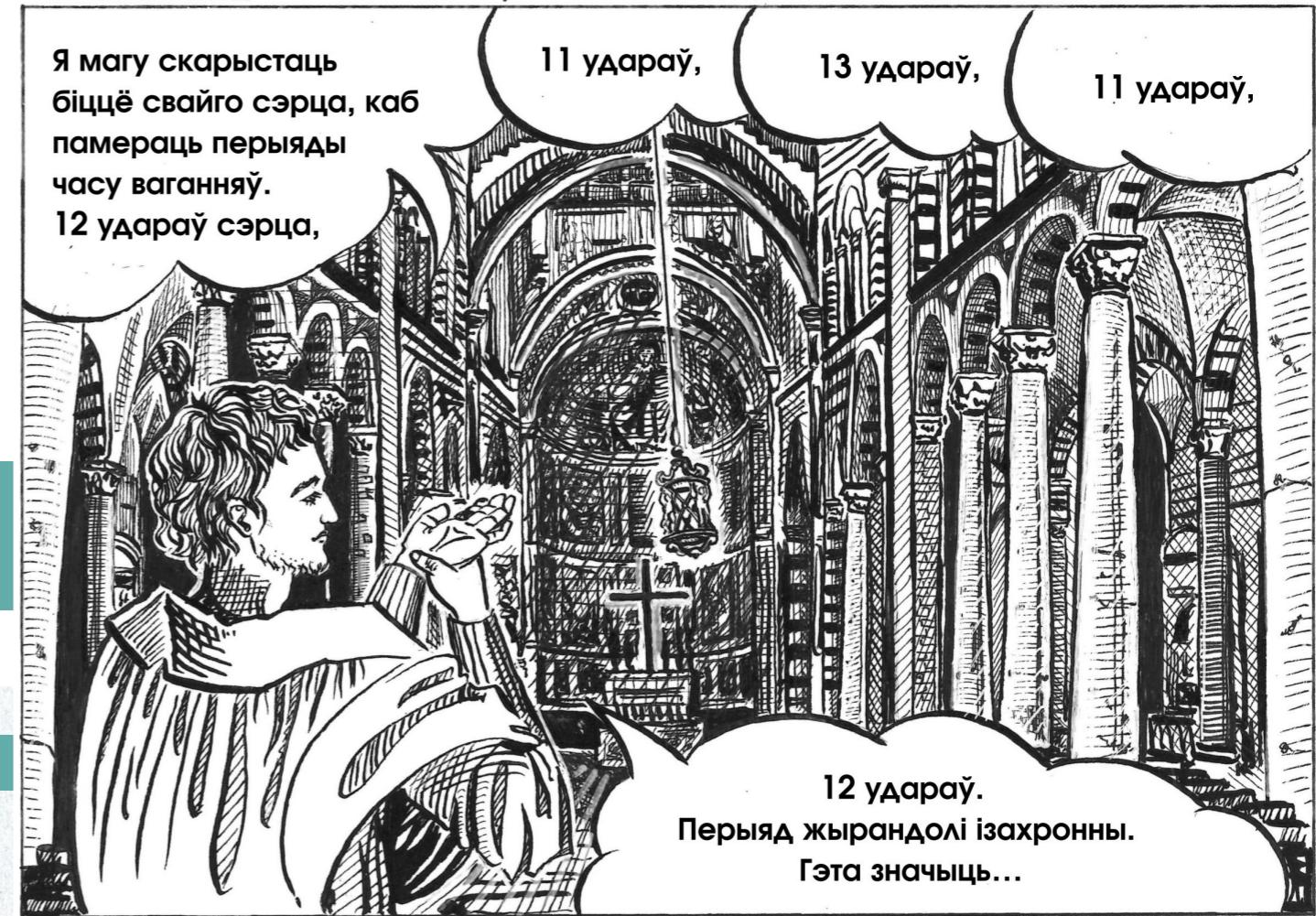
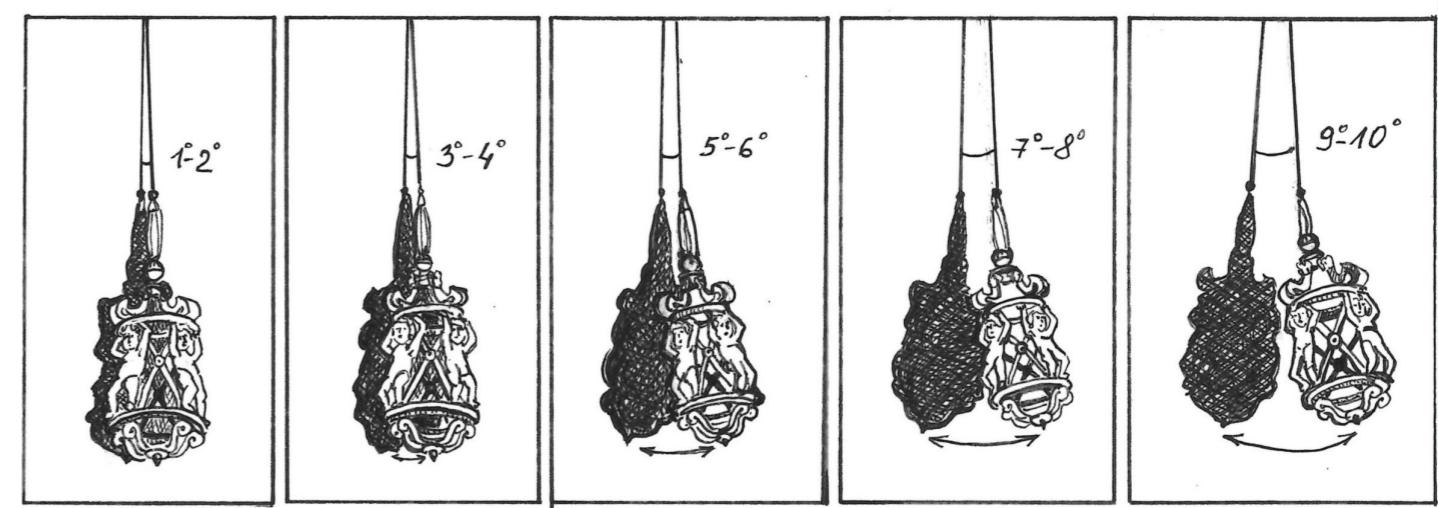
Усе гэтыя чыннікі – вулканічная актыўнасць, глабальнае пацяпленне, памяншэнне кіслароду, змяненне ця-чэння, змяненне структуры ападкаў – адбыліся вельмі хутка. І буйным відам проста забракавала часу пры-стасавацца да вельмі хуткіх зменаў умоваў. Гэтыя імклівія змены і вык-лікалі самае вялікае ў гісторыі вымі-ранне.

Наступствы катастрофы трывалі паводле разных падлікаў 3–20 мільёнаў гадоў. Але выміранне адных відаў стварыла магчымасці тым, хто азалеў. Не пашэнціла нашым далё

кім продкам – **сінапсідам.\*** З усіх рэп-тыліяў яны былі найбольш паспя-ховыя ў Пермскі перыяд, але вымі-ранне страшна ўдарыла па іх. Ім спатрэбіцца яшчэ каля 300 мільёнаў гадоў і яшчэ адное масавае вымі-ранне, каб яны здолелі заняць сваё месца пад сонцем. А сярод тых, хто выиграў у выніку вымірання, аказалася група **дыяпсідаў\*\*** – архазаўры. Іх выжывальніцтво пера-вагаю сталіся невялікія памеры ды адсутнасць вузкай спецыялізацыі. Навукоўцы спрачаюцца, калі арха-зашаўры з'явіліся. Дакладней, ці можна адносіць да іх прымітыўных рэптыліяў, якія з'явіліся ў канцы Пермскага перыяду каля экватару і не мелі ўсіх рысаў архазаўраў. Але ўсе пагаджаюцца, што ўжо ў пачатку Трыясу архазаўры дакладна ёсць і распаўсюджаныя ўва ўсіх шыротах. Архазаўры адразу імкліва пачалі займаць вызваленыя экалагічныя нішы. Але хто ж такія архазаўры?

\*Сінапсіды: ад грэцкага *συν* «разам» + *ἄψις* «дуга».  
\*\*Дыяпсіды: *diapsida*, даслоўна «дзве дугі». Група паўзуноў, сформаваная каля 300 мільёнаў гадоў таму, існуе да сёння (кракадзілы, дэюбагаловыя, лускаватыя і чарапахі); продкі птушак.

## АРХАЗАЎР





У канцы Пермскага перыяду пачаў назапашвацца шэраг чыннікаў, што і прывяло да катастрофы. Мацерыкі началі збірацца ў адзіны суперкантынент Пангею (мацерыкі не стаяць на месцы – цягам гісторыі сыходзяцца і зноў разыходзяцца), што паўплывала на акіянічныя цячэнні і клімат тэрыторыяў, якія аказаліся ў глыбіні суперкантыненту. Узніклі Апалачы і Уральскія горы, што паўплывала на ветры ды размеркаванне ападкаў. А самае галоўнае – узнікла надзвычайная вулканічная актыўнасць, якой дасюль не было. У Сібіры адбываліся **трапавыя вывяржэнні\*** вулканаў. На тэрыторыі ўсходняй Сібіры на тэрыторыі амаль 2 млн км<sup>2</sup> працаваў « завод» для вытворчасці парніковых газаў, серы і попелу. З зямлі праз шматлікія расколіны да 5 кілометраў даўжынёю цягам больш як 500 тысячачаў гадоў стала выцякала лава. Карціна была падобная да апакаліпсісу: чорнае неба, моры лавы, у

\*Трапавыя вывяржэнні: ад шведскага *trappa* «лесвіца». Пры іх часце няма выразнага кратара і сталага цэнтра вывяржэння, лава выліваецца з шматлікіх расколінаў.

паветра з вулканаў вылятала неймаверная колькасць газаў і тоны попелу, а з неба ліліся кіслотныя дажджы. Спачатку гэтая вулканічная актыўнасць нават прывяла да пахаладання клімату, бо попел дасягаў верхніх слоёў атмасферы і замінаў праходу сонечнага светла. Але так працягвалася нядоўга. Вельмі хутка пачаў упłyваць парніковы эффект ад вулканічных газаў. Доля кіслароду ў атмасферы пачала падаць, вуглякіслага – расці, імкліва павялічвалася колькасць метану: атмасфера пачала імкліва награвацца. Першымі ўдар на сабе адчулі вусякі. Іхныя прымітыўныя дыхальныя сістэмы не далі рады са змяншэннем колькасці кіслароду ў атмасферы.

І калі на зямлі адбываўся апакаліпсіс, то ў акіянах было са-прауднае пекла. Імклівае награванне вады і змяншэнне кіслароду прывяло да вымірання асновы харчовага ланцужка – планктону, што выклікала эффект даміно: 90 % марскіх відаў вымерла. Чым далей, тым горш. Са змяншэннем кіслароду і павелічэннем серы ў акіянах началі развівацца

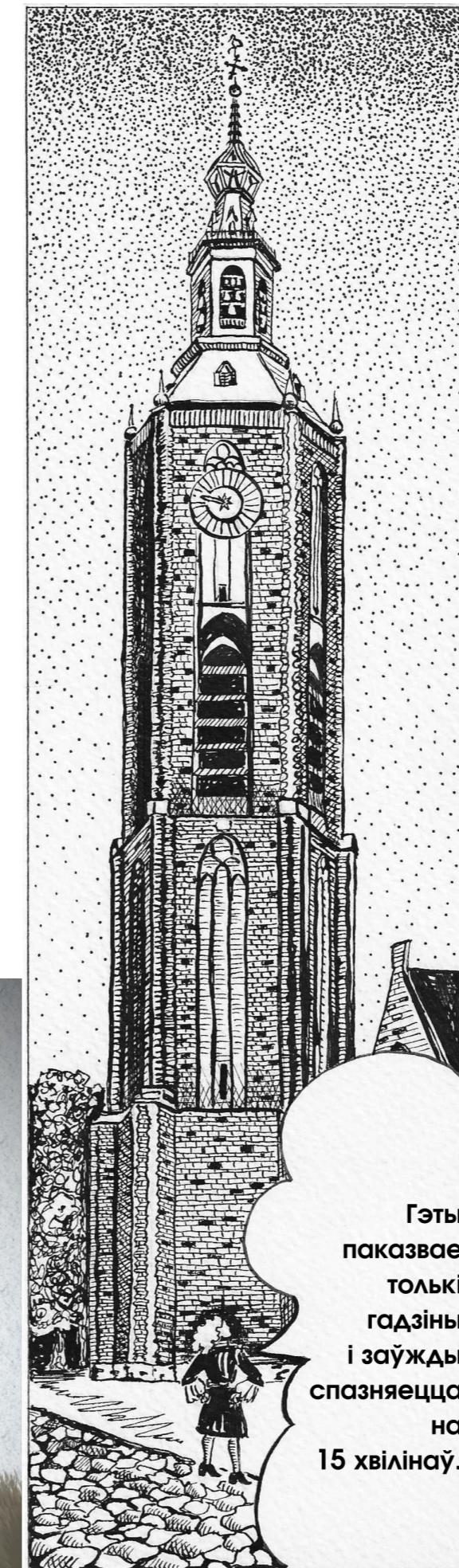


Усе мы ў падлеткавым веку захапляліся дыназаўрамі. Фільмы Спілбэрга, выставы, кнігі з прывабнымі малюнкамі і тэматычныя паркі – усё гэта выклікала захапленне хлапцоў і дзяўчат. Але наколькі рэальныя дыназаўры адпавядаюць кіношным? Што нам вядома пра іх і якім чынам мы праз сотні мільёнаў гадоў можам аднавіць выгляд дыназаўраў ці нават разважаць пра іхныя паводзіны? Гэтым артыкуулам мы распачнём цыкл пра гісторыю ўзнінення, час росквіту і знікнення дыназаўраў, дзе пастараемся адказаць на ўсе гэтыя пытанні і пацвердзіць ці аспрэчыць міфы пра іх.

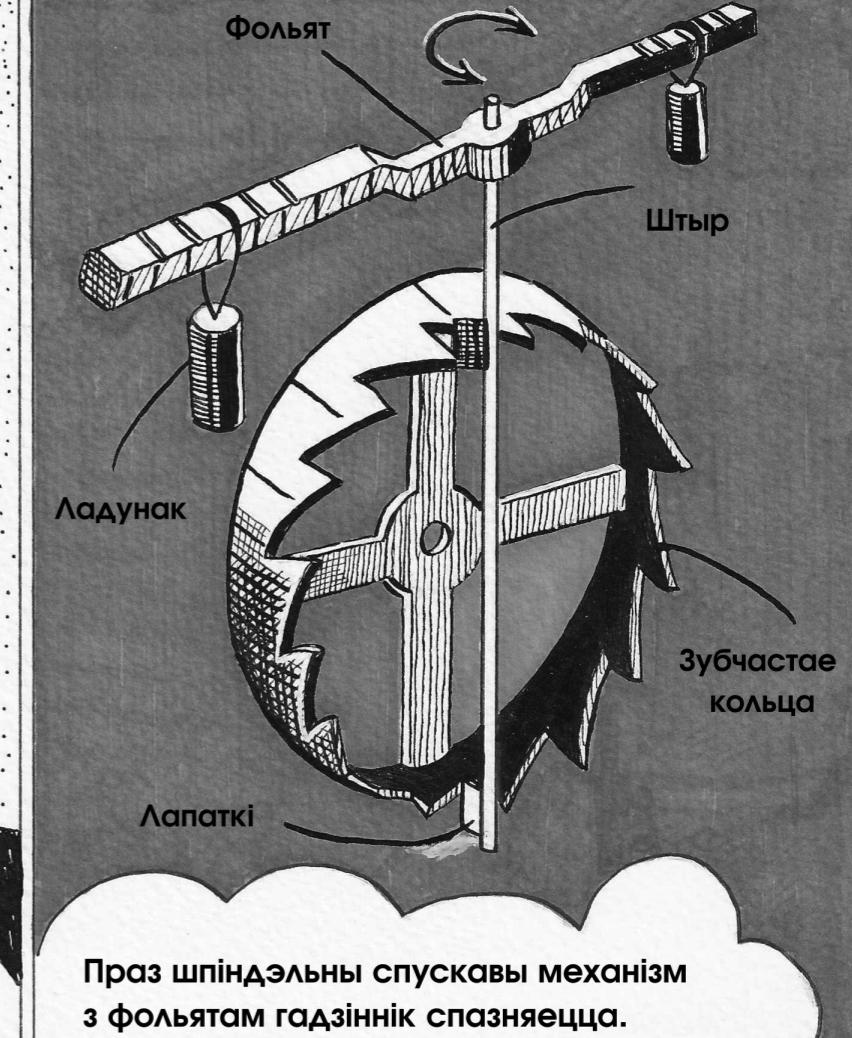
Нашая гісторыя пачынаецца прыблізна 251 мільён гадоў таму з Масавага пермска-трыясавага вымірання – самага магутнага ў гісторыі. Гэта мяжа Палеазойскай (541 млн г. т. – 251 млн г. т.) і Мезазойскай (251 млн г. т. – 65 млн г. т.) эраў. Пермскі перыяд (298 млн г. т. – 251 млн г. т.) быў апошнім перыядам Палеазойскай эры. Гэта быў час росквіту флоры і фаўны. Ахаректарызаваць яго можна двумя словамі – стабільнасць і сталасць.

Клімат цягам усяго Пермскага перыяду не зазнаваў рэзкіх ці глыбокіх зменаў ды захоўваўся стабільным. Тэмпература ён быў блізкі да сучаснага. Гэтыя чыннікі і прывялі да росквіту жыцця.

Актыўна раслі лясы, развіваліся і ўзбагачалася фаўна. Для інсектаў гэта быў сапраўдны рай, бо дзякуючы высокаму ўзроўню кіслароду яны выраслі да рэкордных памераў. Павялічылася колькасць яшчарападобных. Яны таксама раслі памерам і нават пачалі фармаваць статак. Менавіта ў Пермскі перыяд сформаваліся продкі ўсіх сучасных жывёлінаў: дыяпіды (продкі дыназаўраў і птушак) і сінапіды (продкі сысуноў). І менавіта нашыя далёкія продкі-сінапіды лідаравалі і толькі пад канец Пермскага перыяду пачалі саступаць больш прагрэсіўным на той час дыяпідам. Менавіта доўгая стабільнасць клімату зрабіла благую паслугу, бо калі пачаліся кардынальныя змены, фаўна аказалася да іх негатовая і ў большасці сваёй не здолела прыстасавацца.



У царкве Святога Якуба быў гадзіннік, выраблены Гэйнрыкам Валеры. Выкарыстоўваўся з 1541 да 1689 году.



Праз шпіндэльны спускавы механізм з фольятам гадзіннік спазняеца.



