

гісторыю, праца з прыроднымі выгодамі сустракае шэраг пэўных цяжкасцяў. Па-першае, недасканаласць традыцыйнае рынкавае мадэлі, што ня мае выразных механізмаў ацэньвання ўсёе разнастайнасці экасістэмных паслуг (нястачацаны ці хаця б мінімальная ацэньвання; складанасць разумець фармаванне рынку і платнікаў). Па-другое, не-эфектыўная праца дзяржаваў, бо менавіта яны павінныя распрацоўваць тэарэтычныя асновы і легалізоўваць практичнае ўкараненне экасістэмных рэсурсаў у функцыянаванне гаспадаркі краіны. Цяпер шмат якія паслугі непрыкметныя звычайному чалавеку праз сваю „бясплатнасць“, таму іх недаацэньваюць і нават не разумеюць важнасці



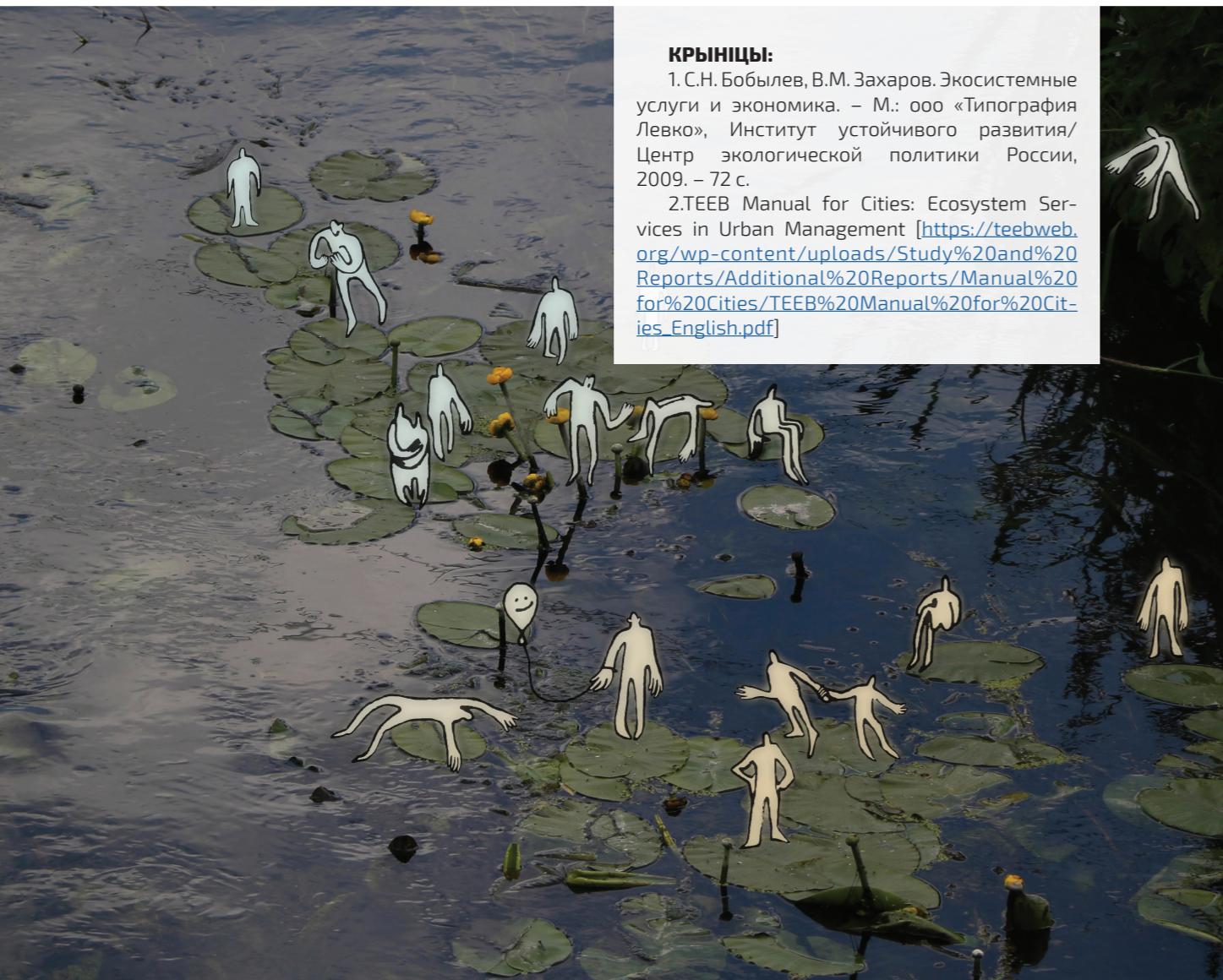
прыроды. Пры гэтым экасістэмы распаўсяджаюць выгоды на велізарныя тэрыторыі, напластоўваючы розныя тыпы дабротаў адзін на адзін, праз што іх нельга атрымліваць раўнамерна. Усё ж праца з экасістэмными паслугамі надалей развіваецца, трансфармуючы існуючу эканамічную мадэль і вызваляючы нішу для прыродаарыентаваных развязкаў. У будучыні плаата за экасістэмныя паслугі мае стаць эфектыўным эканамічным механізмам, які падтрымлівае захаванне і рацыянальнае выкарыстанне прыроды і яе функцыяў. Гэта будзе выгадна як мясцовым супольнасцям, так і краінам наагул.

КРЫНІЦЫ:

1. С.Н. Бобылев, В.М. Захаров. Экосистемные услуги и экономика. – М.: ООО «Типография Левко», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. – 72 с.

2.TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management [https://teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%20Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf]

[1]



CHUTKAJA DAPAMONA. SŁOŪNIČAK

1. **Nukleasyntez** – praces utvareńia elementau, ciažejszych za vadarod.
2. **Vialiki vybuch** – madel, što apisvaje ražvičcio Sušvietu z pačatku jaho pašreyenia.
3. **Malekularnyja abłoki** – miżornaje vobłaka, dzie ščylnaśc zvyčajna dazvalaje ūtvaracca malekułam.
4. **Hravitacyjny kalaps** – praces, kali niejki objekt chutka ściškajecca pad uždziejańiem hravitacyi.
5. **Čyrvonyje zrušeńie** – žjava, kali daŭžnia chvali elektrahahnitnaha vyprameńvańia ū naziralnika pavaličvajecca adnosna daŭžni chvali, vytučanaj krynicaju hetaha vyprameńvańia.
6. **Supernovaja** – kali zorka raptoūna pavaličvaje svaju śviacilnaśc u tysiący razoū, a potom pavoli zatuchaje.
7. **Zornaje nasielnictva ci papulacyja** – typy składu zorak u halaktykach.
8. **Metaličnaśc** – kancentracyja elemenatau, ciažejszych za vadarod i hiel, u zorkach.
9. **Hałoūnaja paśladoúnaśc** – studija evalucyi zorki (hl. dyjahramu Hertzsprunga – Russella).
10. **Čyrvonyja hihanty** – vialikija pamieram zorki ū nízkimi temperaturami, vyprameńvańie ū jakich idzie ū čyrvonym i infračyrvonym śviatle (hl. dyjahramu Hertzsprunga – Russella).
11. **Akrecyja rečyva** – naroščvańie datkovaje masy objektam šlacham hravitacyjnaha pryciahnieńia jaje z navorolnaha asiardonidzia.

JAK ČYTAĆ FORMUŁY JADRAVYCH REAKCYJAŬ

Naprykład, jośč reakcyja, dzie čaścinka **x** uzajemadzieć ū jadrom **X**, u vyniku čaho ūtvarajecca čaścinka **y** i jadro **Y**. Jak zapisać takuju reakcyju? Spačatku razvažajem he-tak...

Suma objektaў da ūzajemadziejańia supastaǔlajecca z sumaj objektaў pašla ūzajemadziejańia:

$$x + X \rightarrow y + Y.$$

Časami pišuć $x + X \rightarrow y + Y + Q$ (dzie Q – enerhija reakcyi).

U jadravych reakcyach vykonvajecca nastupnya zakony:

1. zachavańia enerhii (*nie cikavič u miežach hetaha artykułu*),
2. zachavańia impulsu (*nie cikavič*),
3. zachavańia elektrychnaha naboju (zaradu),
4. zachavańia sumarnaje kolkaści nuklonau (baryjonnaha naboju).

Prykład: $^7Li + p \rightarrow 2 ^4He$.

Idziem u tablicu Miendzialejeva i šukajem lit i hiel:

| | |
|-----------------------------|---|
| Li Lithium Lit | 3¹₂ 6.941 |
|-----------------------------|---|

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| He Helium Hiel | 2² 4.002602 |
|-----------------------------|----------------------------------|

Jak widać z tablicy, u litu paradkavy numar $Z = 3$, atamnaja masa $A = 7$ (6,941 akruhlajem).

U hielu $Z = 2$ i $A = 4$.

p – heta pratón, $Z = 1$ i $A = 1$.

Časam pišuć elementy ū stylu $^A_Z X$

Dzie Z – naboj, kolkaść pratonaū. Zvyčajna jaho nia pišuć, bo jon adholkavy.

Paradkavy numar jakraz supadaje z Z .

A – atamny numar (kolkaść pratonaū i neūtronaū, $A = Z + N$). Adzin i toj ža element moža mieć roznou kolkaść neūtronaū. Takija elementy nazyvajuć **izatopami**. Naprykład, vadarod (H), deuter (D) i tryt (T) – heta ūsio izatopy 1H , 2H , 3H .

Pierapišam našuju reakcyu ū takim vyhlaždie:



Zakon zachavańia baryjonnaha naboju:

$$7 + 1 = 4 + 4.$$

Zakon zachavańia elektrychnaha naboju:

$$3 + 1 = 2 + 2.$$

Pakul ſto ūsio vykonvajecca, biažym dalej.

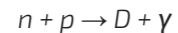
Kasmalahičny nukleasyntez

U 1947 hodzie Hieorij Hamaŭ padličyū, što za 14 mlrd hadoū u zorkach mahto ūtvarycca tolki kala 1% naziranaha hielu. Z hetaha vynikała, što hiel mieūsia ūtvaryCCA na pačatkovať stadyi ūžniknieńia Sušvietu, i dla hetaha patrebnaja vysokaja temperatura.

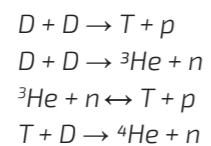


Hieorij Hamaŭ.
Krynica: www.wikipedia.org | openart.ai

Da pačatku kasmalahičnaha (dazornaha) nukleasyntezu Sušviet składausia ū asnoūnym z fatonaū, elektronaū, pazytronaū, neūtryna, antyneūtryna dy jašče bylo krychu pratonau i neūtronaū. Neūtrony zlūčalisia z pratomi, atrymoūvalisia jadry deüteru – heta i byta pačatkovaja reakcja kasmalahičnaha nukleasyntezu:



Dalej deüteru ūsio bolela, i prachodzili nastupnyja reakcyi:

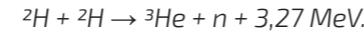


Uvieś praces tryvať niekalki chwilinaū. I ū vyniku kala 75 % bačnaha rečyva ū Sušvietie składaū vadarod, kala 25 % – hiel i zusim krychu (< 0,01%) składali D , ${}^3\text{He}$ i ${}^7\text{Li}$. Ciažkija elementy ū toj čas jašče nie ūtvarylisia.

Temperatura i ščylnaść Sušvietu panizilisia, i reakcyi spynilisia (tamu ū prydzie niama stabilnych elementau z atamnym numaram 5).

Utwareńie zorak

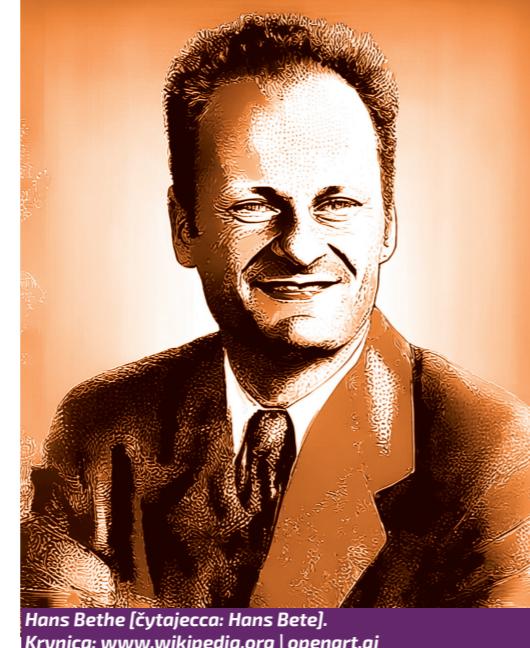
Malekularnyja abłoki pavialičvajuć svaju ščylnaść za košt hravitacyjnaha kalapsu. Spravakavać takuju padzieju moža, napryktad, prachodžanīnie pobac inšaha vobtaka ci vybuch supernovaj. Malekularnaje vobtaka pry hetym padzialajecca na kavatki. A ūžo frahmenty z masaj ad 100 soniečnych masau (dalej M_{\odot}) mohuć utvaryć zorku. U takich utwareńiach haz pry sciskańni moža razahrecca za košt vyzvaleńia hravitacyjnaj enerhii, i vobtaka robicca protazorkaju. Kali temperatura ū centry protazorki budzie kala 0,1 mln K, pačnucca termajadravyja reakcyi.



Dalejšaja akrecyja rečyva moža prvyesi da temperatury kala 10 mln K. A ū takich umovach užo mahčymy syntež hielu i vadarodu. Dziakujučy termajadravamu syntežu, što ūraūnavažvaje hravitacyjnij kalaps, takaja zorka moža isnavać u stabilnym stanie. Jana pierachodzić u klasu zorak, što nazvyvajuć zorkami hałoūnaje paśladoúnaści.

Umovy dla utwareńia pieršych zorak u Sušvietie pačali składačca tolki praz 300 mln hadoū pašla Vialikaha vybuchu. Pieršaje pakaleńnie zoraū składałasia tolki z vadarodu i hielu, jany byli wielmi masyūnyja, a ich žyćcio – adnosna karotkaje. My nia možam ciapier ich nazirać navat pavidole čyrvonaha zruchu.

Zorný nukleasyntez. Praton-pratónny cykl (hareńnie vadarodu)



Hans Bethe [čytajecca: Hans Bete].
Krynica: www.wikipedia.org | openart.ai



нага) патэнцыялу для злучэння фтору, сярністага ангіdrydu, вокіслай азоту, вуглевадародаў.

Паводле створанае методыкі вартасць экасістэмных паслуг разлічваюць за трэje этапы.

Папярэdnі этап: першаснае вывучэнне вызначанае тэрыторыі.

Палявое абследаванне: праводзіцца ў выпадку нястачы часткі або ўсёje патрэбнае інфармацыі.

Беспасярэднє разлічванне вартасці экасістэмных паслуг.

Разліki паводле прapanаванае ў ТКП методыкі знайшлі месца ў мнóstwie даследаванняў гэтае тэмы ў Беларусі. Напрыклад, для ацэньвання азелянёных тэрыторый урbanізаваных прастораў Magilëva („Зялёныя насаджэнні урbalандшаftaў Magilëva i ацэньванне іх экасістэмных паслуг”, 2023), Воршы i Піnsку („Фармаванне i ацэньванне экалагічных рызык урbalандшаftaў у прымесловых гарадах Беларусі”, 2021), Жодзіна („Ацэньванне экалагічнага стану i экасістэмных паслуг азелянёных тэрыторый агульнага карыстання г. Жодзіна”, 2024).

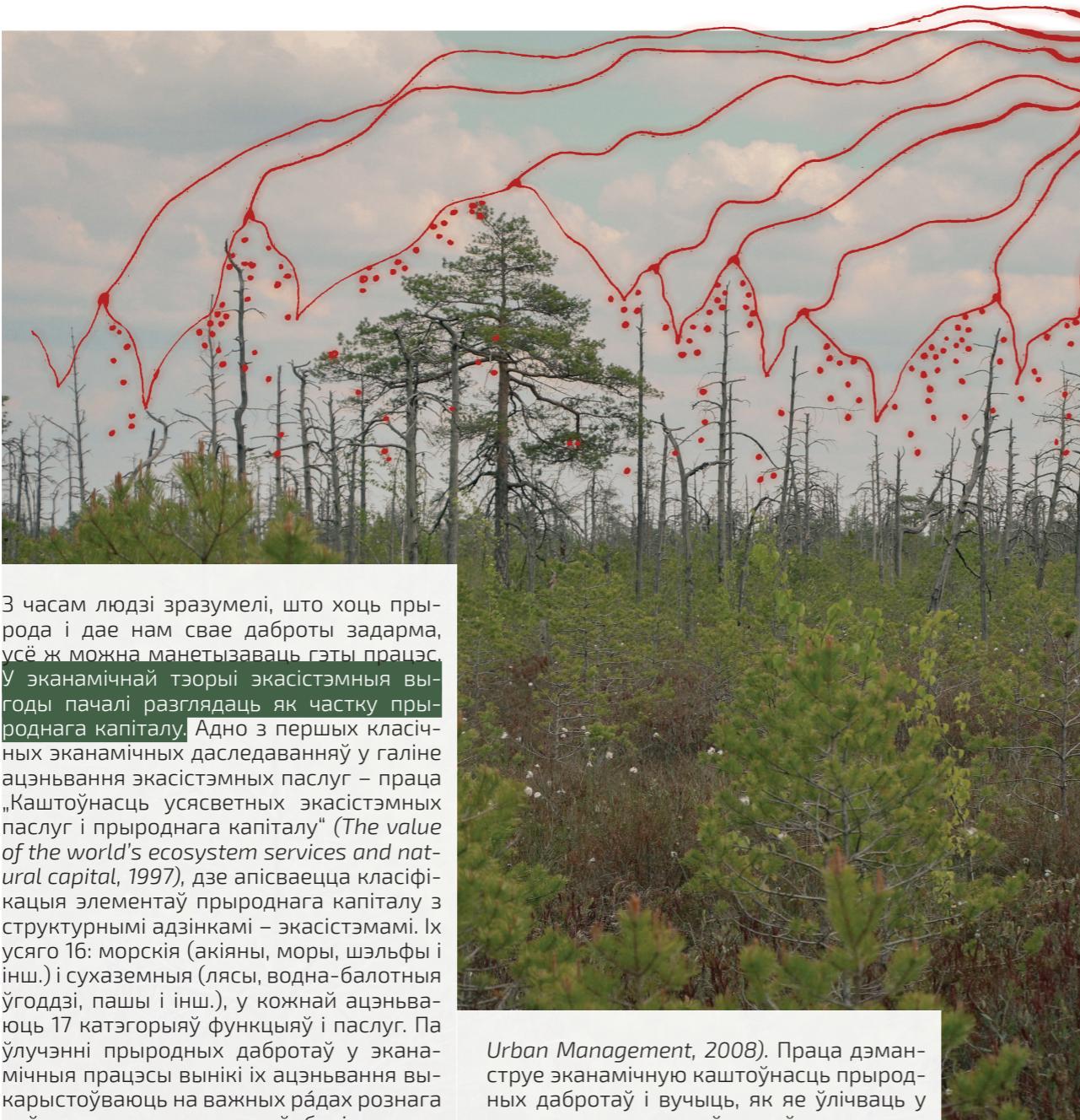
Інстытут эксперыментальнае батанікі імя У. Купрэвіча НАН Беларусі глыбока даследаваў экасістэмныя паслугі для найбольшага вярховага балота Беларусі – заказніку Ельня ў Віцебскай вобласci. У працы „Экалагічна-еканамічнае ацэньванне экасістэмных паслуг пры аптымізацыі гідралагічнага рэжыму вярховага балота”, 2018, наўкоўцы апісваюць неабходнасць аднавіць пашкоджаныя ў часе асуšальнае меліярацыі балотныя экасістэмы Ельні, каб павялічыць выкананыя імі аўёмы экасістэмных паслуг. Палічана, што з адноўленымі тэрыторыямі Ельня штогод дае экасістэмныя даброты на суму каля \$ 35 млн, а кошт запасаў салодкае (або прэснае) вады тут ацэнъваюць на больш як \$ 247 млн.

ЯК У БЕЛАРУСІ РАЗЛІЧВАЮЦЬ ВАРТАСЦЬ ЭКАСІСТЭМНЫХ ПАСЛУГ

А вось у Беларусі ў 2013 годзе нават падрыхтавалі спецыяльны дакумент – тэхнічны кодэкс усталяванае практикі (TKP) 17.02-10-2013 (02120) „Ахова навакольnaga асяроддзя i прыродакарыстанне. Парадак вызначэння вартаснае ацэнкі экасістэмных паслуг i біялагічнае разнастайнасці“. У распрацаваным TKP прыводзяцца методыкі разліku эканамічнага кошту экасістэмных паслуг для лясных, лугавых, балотных i водных экасістэм. Для лясных i балотных экасістэм дадаткова разлічваюць паэлементавы кошт экасістэмных паслуг дэпанавальнайнае здольнасці, асобна для балотных – сарбцыйнага (водаачышчальнага) i асобна для лясных – асіmіляцыйнага (назапашваль-

ПРАБЛЕМЫ ПРАЦЫ З ПАСЛУГАМИ ПРЫРОДЫ

Гэтак мы бачым, што сёння тэма прыродных паслуг пранікла ў многія сферы дзеяніяў чалавека. Пытаннямі ацэньвання, вызначэння i ўлучэння ў важныя пастаўнёлінні экасістэмных дабротаў займаюцца як наўкоўцы, так і чыноўнікі, урbanісты, прыродахоўныя дзеячы. Хоць гэтыя наўковы кірунак мае амаль 70-гадовую



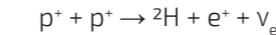
З часам людзі зразумелі, што хоць прырода і дае нам свае даброты задарма, усё ж можна манетызаўаць гэтыя працэсы, у эканамічнай тэорыі экасістэмныя выгады пачалі разглядаць як частку прыроднага капіталу. Адно з першых класічных эканамічных даследаванняў у галіне ацэньвання экасістэмных паслуг – праца „Каштоўнасць усясветных экасістэмных паслуг і прыроднага капіталу“ (*The value of the world's ecosystem services and natural capital*, 1997), дзе апісваецца класіфікацыя элементаў прыроднага капіталу з структурнымі адзінкамі – экасістэмамі. Іх усяго 16: морскія (акіянны, моры, шэльфы і інш.) і сухаземныя (лясы, водна-балотныя ўгоддзі, пашы і інш.), у кожнай ацэніваюць 17 катэгорыяў функцыяў і паслуг. Па ўлучэнні прыродных дабротаў у эканамічныя працэсы вынікі іх ацэнівання выкарыстоўваюць на важных рэдах рознага роўню, напрыклад: пры ўрбаністычным планаванні тэрыторыі, рыхтаванні стратэгіяў адаптациі да змены клімату і г. д. У гэтым выпадку выгады або каштоўнасці экасістэмных паслуг улічаюць з дапамогаю **манетарнага ацэнівання** – падліку грашовага эквіваленту даваных выгадаў.

Такое становішча прывяло да новага этапу развіцця тэмы прыродных дабротаў. Неўзабаве экасістэмныя паслугі заўважылі на міжнароднай прававой арэне ў галіне аховы прыроды. У 2008 годзе на 9-й Канферэнцыі бакоў Канвенцыі аб біялагічнай разнастайнасці міжнародная ініцыятыва ўсходзіла ў еўрапейскае супольнасці „Эканоміка экасістэмай і біяразнастайнасці“ (*the Economics of Ecosystems and Biodiversity*) падрыхтавала даклад з практичнымі крокамі і парадамі, што дапамогуць кіраўнікам бачыць шырокі спектр карысці ад экасістэмай і біяразнастайнасці (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Manual for Cities: Ecosystem Services in*

Urban Management, 2008). Праца дэманструе эканамічную каштоўнасць прыродных дабротаў і вучыць, як яе ўлічаць у часе важных пастанаўленняў.

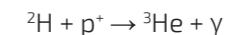
Усталяванне такое трывалае пазіцыі на міжнароднай арэне прывяло да таго, што на экасістэмныя паслугі пачалі зважаць буйныя міжнародныя кампаніі і арганізацыі. Напрыклад, разгляд экасістэмай як капіталу здымеў свою практычную інтэрпрэтацыю ў працы экалагічнага дэпартамента Усясветнага банку (*Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation*, 2004), дзе паказваецца маштабы прыклад эканамічнага ацэнівання экасістэмных паслуг пры даследаванні каштоўнасці лясоў у розных краінах рэгіёну Міжземнага мора. На аснове разліку асобных кампанентаў агульнае эканамічнае каштоўнасці быў атрыманы штогадовы паток карысці ад розных паслуг і функцыяў лесу (драўніны і дрэўнага паліва, выгадаў ад рэкрэацыі і палявання, абароны раёну вадазбору, каштоўнасці пасіўнага выкарыстання – эстэтычнае асалоды ад прыроды і інш.).

Praton-pratonny cykl daminuje ў зорках парадку масы Sonca. Pieršaja reakcja hetaha cyklu:

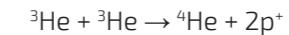


U pratonaū – adnolkavy naboj, tamu treba pieraadolvać kulonaŭski barjer 0,42 MeV. Adsiu vynikaje, што dla prachodžańia reakcyi treba vialikaja temperatura ($\sim 10^7$ K). Reakcja idzie za dźwie stadyi praz dypraton $^1H + ^1H \rightarrow ^2He$, što adrau rascadajecca.

U 1939 hodzie Hans Bethe¹ padličy, што adzin z pratonaū u hetaj reakcyi strymlivaje β -raspad ($p \rightarrow n + e^+ + \bar{\nu}_e$). Darečy, Bethe za heta i adkryccio šlachu pp II danaha cyklu atrymau Nobeleūskuju premiju.



Apošniaja reakcja hetaha łancužku daje **12,85 MeV**:



I hetak atrymvajecta 85 % hielu na Soncy.

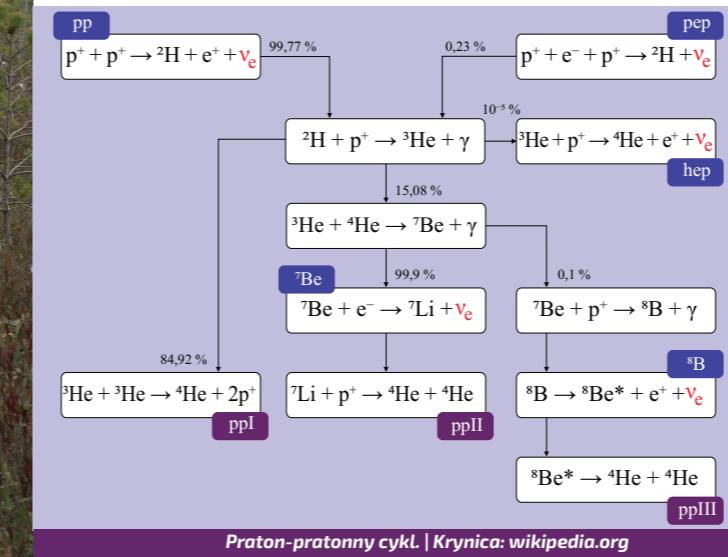
pp II daje ~ 7 % enerhii Sonca. Jon prachodzić pry temperaturach 18–25 mln K.

U 15 % vypadkaū 3He uzajemadzieje z α -čaścinkaj, atrymoūvajecca 7Be , što šlacham elektronnhaha zachopu pieraūtvarajecca ū 7Li . Apošni zachoplívaje praton i atrymoūvajucca dźwie α -čaścinki.

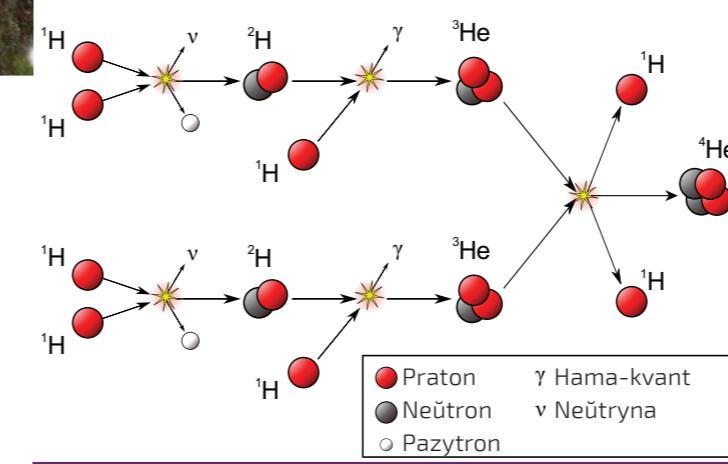
pp III – 0,015 % enerhii Sonca, a temperatura užo maje być bolšaja za 25 mln K.

Nievalikaja kolkaść berylu, atrymannaħa z 3He i 4He praz zachop pratona, pieraūtvarajecca ū 8B , što jośc β^+ -raspadnikam. Metastabilny $^8Be^*$ raspadajecca na dźwie α -čaścinki.

Stadyja hareńinia vadarodu składaje kala 90 % času evalucyi balšyni zorak. Vyharańnie vadarodu ū centry zorki pryzvodzić da utevareńnia hielewaha jadra i pierachodu zorki ū stadyju čyrvonaha hihanta, i adpaviedna vychadu zorki z hałoūnaje paśladoūnaści.

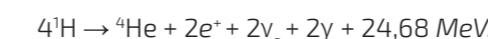


Praton-pratonny cykl | Krynica: wikipedia.org



Praton-pratonny cykl pp1 | Krynica: wikipedia.org

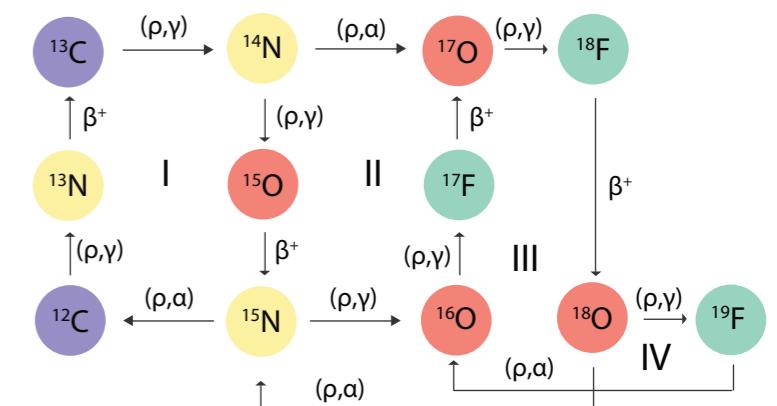
Uvhole reakcju možna zapisać hetak:



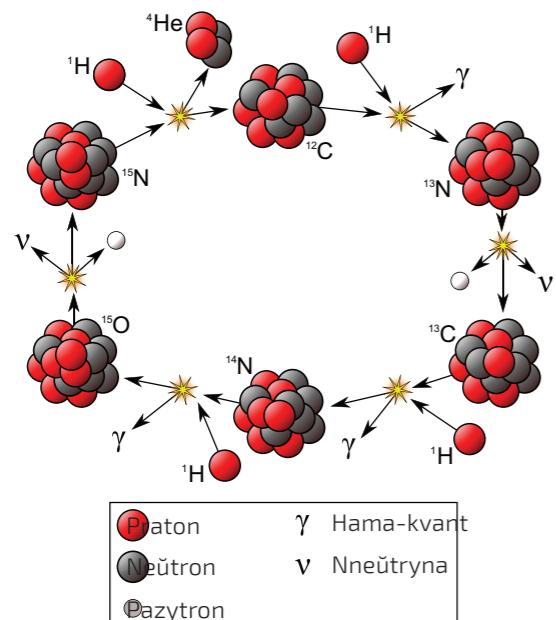
pp I – heta krynicia 91 % soniečnaj energii. Reakcja patrabuje temperatury 10–14 mln K, jana ekzatermičnaja (5,49 MeV) i prachodzić usiaho za 4 sekundy.

¹[čytajecca: Hans Bethe]

CNO-cykł – sukupnaśc troch zlučanych cyklaū (lepsz kazać, cyklaū z častkovym piera-kryciom). Jon adbyvajecca, kali temperatura jadra zorki dasiahaje 2×10^7 K i masa zorki $M > 1,5 M_\odot$. U Sonca 98 % enerhii idzie ad pp-cyklu, i tolki 2 % – ad CNO. A voš u maśiūnich zorak hałoūnaje paśladoūnaści heta budzie užo asnoūnaju halinoju termjadrawaha syntezu.



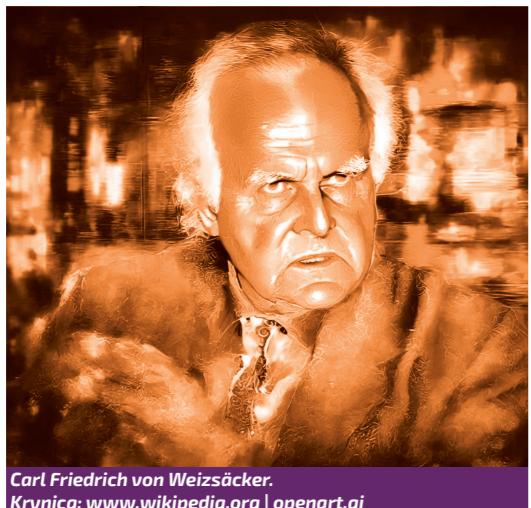
CNO-cykł | Admalawata Hanna Koš
Krynica: www.wikipedia.org



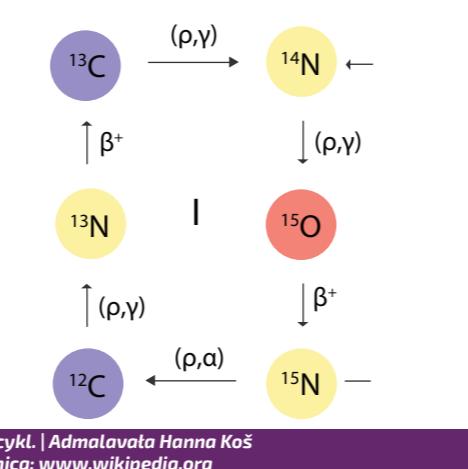
CNO-цыкл патрабуе катализатораў, на роље якіх пасујуць вуглерод, азот і кісларод. У зорках насельніцтва 1 і 2 hetyja элементы ўжо ёсць. Але што рabić, калі катализатораў ніяма, jak у зорках насельніцтва 3 (hipatetyčnaja zorki, utvoranija ad rečyva dazornaha nukleasyntezy)? У hetym vypadku adzinaj krynicaj enerhii ў nas budzie $p\bar{p}$ -цыкл. Ale praž inšuju metaličnaść dla padtrymańia raiunavahi hetych zorak.

Kasmalahičny nukleasyntez

Hety cykl – samy prosty i asnoўны. Jaho niezaležna prapanavalni Bethe i Weizsäcker² u 1938 hodzie. Sens cyklu – u niepramym syntezie α -чаścinki z čatyroch pratonaў pry ich pašladoūnych zachopach jadrami, pačynujučy z ^{12}C .



²[чытajeцца: Vajczekier]



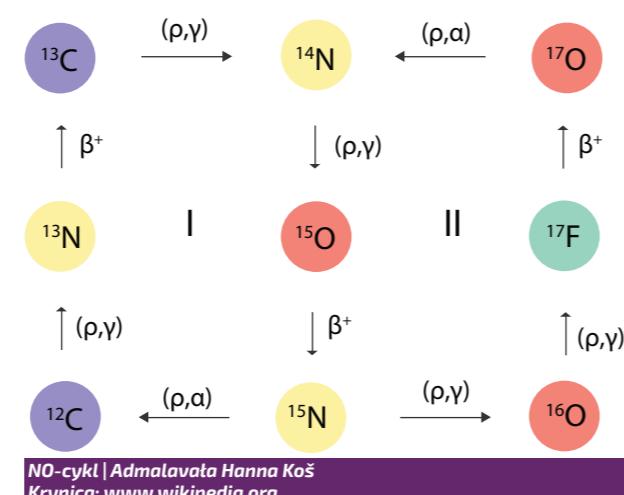
- $^{12}\text{C} + p \rightarrow ^{13}\text{N} + \gamma$ (+ 1,94 MeV, ~ $1,3 \cdot 10^7$ hodu)
- $^{13}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{C} + e^+ + \nu_e$ (+ 2,22 MeV, ~ 7 chvilinaў)
- $^{13}\text{C} + p \rightarrow ^{14}\text{N} + \gamma$ (+ 7,55 MeV, ~ $2,7 \cdot 10^6$ hodu)
- $^{14}\text{N} + p \rightarrow ^{15}\text{O} + \gamma$ (+ 7,30 MeV, ~ $3,2 \cdot 10^8$ hodu)
- $^{15}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N} + e^+ + \nu_e$ (+ 2,75 MeV, ~ 82 sekundy)
- $^{15}\text{N} + p \rightarrow ^{12}\text{C} + ^4\text{He}$ (+ 4,96 MeV, ~ $1,1 \cdot 10^5$ hodu)

U apošnijaj reakcyi zachopu pratona jośc alternatyūny šlach, što daje pačatak nastupnamu cyklu.

Cykł NO I

- $^{14}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{15}\text{O} + \gamma$ (+ 7,29 MeV)
- $^{15}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N} + e^+ + \nu_e$ (+ 2,76 MeV) 82 sekundy
- $^{15}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{16}\text{O} + \gamma$ (+ 12,13 MeV)
- $\rightarrow ^{16}\text{O} + ^1\text{H} \rightarrow ^{17}\text{F} + \gamma$ (+ 0,60 MeV)
- $^{17}\text{F} \rightarrow ^{17}\text{O} + e^+ + \nu_e$ (+ 2,76 MeV)
- $^{17}\text{O} + ^1\text{H} \rightarrow ^{14}\text{N} + ^4\text{He}$ (+ 1,19 MeV)

Apošnija reakcyja hetaha cyklu taksama maje alternatyūny varyjant, što daje pačatak cyklu NO II.



РОЛЯ ЭКАСІСТЭМАЎ У ГАРАДАХ

Дэталёва можна разгледзець ролю экасістэмных паслуг у гарадах, бо менавіта ўрбанізаваныя прасторы ёсць домам для паловы насельніцтва планеты (а ў Беларусі доля гарадскіх жыхароў і зусім дасягае 78 %). Спрыяльны стан гараду праста залежыць ад стану прыроднага асяроддзя, бо натуральныя, мала трансфармаваныя і здаровыя экасістэмы – гэта аснова ўстойлівага развіцця паселішчаў. Дзякуючы ўлученню экасістэмных паслуг у планы ўрбаністычнага развіцця тэрыторыі і муніцыпальнага кіравання, гарады атрымліваюць багата карысці: эканомію грашовых сродкаў, стымуляванне мясцовае эканомікі, павышэнне якасці жыцця і паляпшэнне экалагічнага стану.

Цяпер давайце разбяром прыклады для ўрбанізаваных прастораў.

Паслугі рэгулявання.

Рэгуляванне мікраклімату

Дрэвы і зялёныя расліны зніжаюць тэмпературу паветра ў гарадах, дзякуючы чаму можна змагацца з гарадскім **востравам цяпла** – яваю, калі гарадскія прасторы награваюцца мацней за суседнія сельскія вобласці праз мноства штучных паверхняў (асфальту, бетону).

Паслугі рэгулявання.

Засцеражэнне ад эрозіі

Адбываецца дзякуючы каранёвым сістэмам раслінаў, якія ўтрымліваюць глебу і ствараюць больш шчыльную структуру. Водныя струмені сцякаюць па схіле і рассейваюцца, натыкаючыся на расліннае покрыва, і нясуць менш разбуральную сілу.

Культурныя паслугі.

Адпачынак і здароўе

Шпацыры і зіманне спортам у зялёных парках і гарадскіх лясах – добрая форма бавіць вольны час і расслабляцца. Пры гэтым таксама важна памятаць пра ролю зяленіва ў падтрыманні псіхалагічнага здароўя.

Калі ў горадзе цалком скасаваць або кардынальна змяніць прыроду, даваныя ёю даброты бяспадна знікнуць, што каласальна нашкодзіць гарадскому бюджету, магчымасцям для бізнесу і дабрабыту тэрыторыі. У тэорыі рацыянальнага карыстання прыродаю нават існуе панятак пераломнага моманту, што пазначае ровень дэградаванасці (парушанасці) экасістэмаў, пасля якога прырода больш не дзеіць важных экасістэмных паслуг, а яе аднаўленне зойме багата часу і грошей. У дойгатэрміновай перспектыве падтрыманне дзейных экасістэмаў – найбольш эканамічная эфектыўны развязак, каб стварыць спрыяльнае асяроддзе для жыццядзейнасці насельніцтва, а ў некаторых выпадках гэта і зусім адзіны спосаб задаволіць патрэбы чалавека.

НАВУКОВАЕ ВЫВУЧЭННЕ ЭКАСІСТЭМНЫХ ПАСЛУГ

Як бачым, усё вакол адбываецца дзякуючы экасістэмным паслугам, і гэта не магло не засікавіць навуковае супольнасці, якая яшчэ ў 1960–1970 гадах зразумела, што прыродныя працэсы дапамагаюць грамадству развівацца і функцыянаваць. Панятак „екасістэмная паслуга“ ўпершыню ўжылі амерыканскія біёлагі Пол Ралф Эрлік (Paul Ralph Ehrlich) і Эн Гаўлэнд Эрлік (Anne Howland Ehrlich) у працы „Выміранне: прычыны і наступствы знікнення відаў“ (Extinction: the Causes and Consequences of the Disappearance of Species, 1981). З часам гэтая тэма пачала развівацца і стала папулярнаю сярод даследнікаў, якія займаюцца пытаннямі на скрыжаванні экалогіі, фізічнай і сацыяльнай географіі. У 1997 годзе выйшла праца Грэчэн Дэйлі (Gretchen Daily) „Паслугі прыроды: грамадская залежнасць ад прыродных экасістэмаў“ (Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems, 1997), у якой прыводзіцца мноства прыкладаў экасістэмных паслуг: ачышчэнне вады і атмасфернага паветра, рэгуляванне ападкаў, фармаванне глебы, змаганне з шкоднікамі і хваробамі, абарона ад ультрафіялетавага выпраменявання і многае іншае.



Жыццё на нашай планеце працякае дзякуючы складаным структурным працэсам. Яны маюць розны маштаб і не заўсёды відаць чалавечаму воку з прычыны глабальнасці і часовае працяглasci. Напрыклад, кругазвароты рэчыва і энергii, якія існавалі яшчэ да з'яўлення жывых істотаў. А ёсць і больш блізкія ды зразумелыя звычайнаму чалавеку: магчымасць дыхаць свежым паветрам, піць чистую воду, спажываць ежу. І для ўсіх гэтых рэчаў ёсць свая назва – экасітэмныя паслугі.

КЛАСІФІКАЦЫЯ ПАСЛУГ ЭКАСІТЭМАЎ

Экасітэмныя паслугі – бясплатныя выгоды ад навакольнага асяроддзя і правільнага функцыянавання **екасітэмай**¹. Гэта ўсё, што мы атрымліваем ад прыроды. Каб лепш разабрацца ў разнастайнасці карысных дабротаў, звернемся да класіфікацыі, у якой паслугі ад прыроднага асяроддзя падзелены на пэўныя катэгорыі.

Паслугі забяспечвання – гэта эквівалент матэрыяльных тавараў, якія людзі атрымліваюць з экасітэмай: ежа, паліўныя і лекавыя рэсурсы, вада.

Паслугі рэгулявання – гэта экасітэмныя працэсы, якія змякачаюць натураныя прыродныя з'явы: расліны паглынаюць вуглякіслы газ з атмасфери, лясныя тэрыторыі засцерагаюць ад паводак, мангравыя лясы абараняюць прыбярэжныя прасторы ад моцных цыклонаў ды іншых экстремальных з'яўў надвор'я.

Культурныя паслугі – гэта нематэрыяльныя даброты, якія людзі атрымліваюць ад экасітэмай праз навучанне, адпачынак, духоўнае ўзбагачэнне і прыгажосць прыроды.

Паслугі падтрымання – асобная катэгорыя, неабходная для вытворчасці ўсіх іншых экасітэмных паслуг: фармаванне глебавага покрыва, падтрыманне балансу газавага складу атмасфери, раскладанне адкідаў мікраарганізмамі, кругазварот рэчываў і вады, апыленне.

Разбяром некалькі прыкладаў экасітэмных паслуг у розных галінах.

Паслугі забяспечвання.

Ежа

Экасітэмы забяспечваюць умовы для гадавання харчоў. Мы атрымліваем ежу пераважна з кіраваных аграрных экасітэмай (палёў, плантацыяў, агародаў), а таксама морскіх, салодкаводных (або прэнаводных), лясных ды іншых.

Паслугі рэгулявання.

Паглынанне і захоўванне вугляроду Экасітэмы рэгулююць глабальны клімат, назапашваючы ў сабе парніковыя газы (асабліва вуглякіслы). Пакуль дрэвы ды іншыя расліны растуць, яны выдаляюць вуглякіслы газ з атмасфери і эфектыўна ўтрымліваюць яго ў сваіх тканках, гэтак выконваючы функцыю сковішча вугляроду.

Культурныя паслугі.

Духоўны аспект

У многіх частках свету прыродныя аб'екты, напрыклад, асаблівые лясы, пячоры або горы, уважаюцца за святыя або маюць рэлігійнае значэнне. Прырода – агульны элемент усіх асноўных рэлігій і традыцыйных ведаў, а звязаныя з ёю звычай важныя, каб ствараць пачуццё датычнасці.

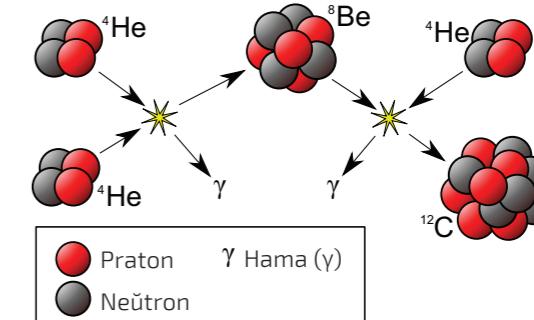
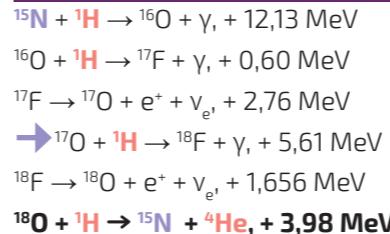
Паслугі падтрымання.

Месцы жыцця відаў

Кожная экасітэма дае розныя месцы жыцця, каб забяспечыць ўсё патрэбнае для выжывання асобных раслінаў або жывёлінаў: ежу, воду і прытулак. Віды, што мігруюць, улучаючы птушак, рыбаў, сысуноў і кузурак, залежаць ад розных экасітэмай у часе перамяшчэння. Без месцаў пражывання папуляцыі выміраюць, і гэта незваротна змяняе ланцугі харчавання і экасітэмы наагул.



Cykl NO II



Patrojnaja hielevaja reakcyja.
Krynicia: www.wikipedia.org

Patrojnaja hielevaja reakcyja – heta zlčeńie jadraў ^4He . Jana idzie za dva etapy:

1. utvareńnie niestabilnaha ^8Be ($T_{1/2}=10^{-16}$ s): $^4\text{He} + ^4\text{He} \rightarrow ^8\text{Be} - 0,092 \text{ MeV}$;
2. utvareńnie üzbudžanaha jadra ^{12}C : $^8\text{Be} + ^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C} + 7,367 \text{ MeV}$.

Niahledziačy na nievialiki čas žycia ^8Be , jon paśpiavaje praužajemadziejač žjadrami ^4He , kancentracyja jakich vialikaja ū niedrach zorak. Tamu reakcyja adbyvajecca.

Jašče adzin faktar, što spryjaje prachodžańiu reakcyi, – jaje rezanansny charaktar. Enerhija reakcyi $^8\text{Be}(^4\text{He}, \gamma)^{12}\text{C}$ składaje +7,37 MeV, što blizka da enerhii druhoha üzbudžanaha üzroúniu jadra ^{12}C (7,65 MeV).

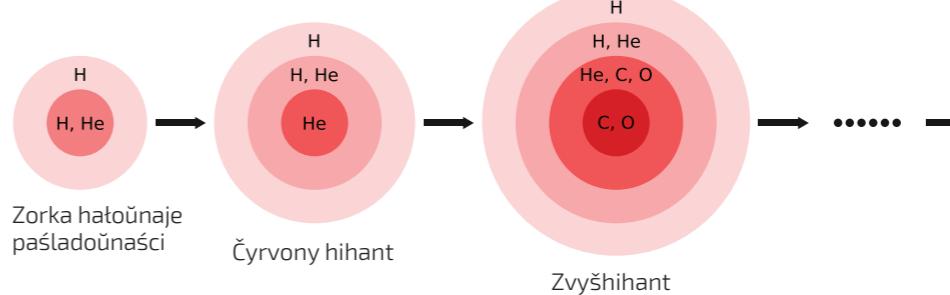
Patrojnaja hielevaja reakcyja

Pašla taho jak rezervy vadarodu skončaca ў cyklach pp і CNO , jon praciahnie hareć u sloi vakoł hielevaha jadra. Masa jadra budzie pastupova pavialičvacca, i strymlivač hravitacyjny kalaps nia budzie čym. Heta pryiadzie da pavieličenia temperatury. I, kali temperatura jadra zrobicca kala $1,5 \times 10^8$ K, pačniecca hareńie hielu. Pry hetym abalonka zorki budzie mocna pašyraccia, a sama zorka pakinie hatouňuji pašladoúnaśc, pierautvarajučyśia ū čyrvonaha hihanta. Kali temperatura jadra budzie $1,5 \times 10^8$ K, pačniecca patrojnaja hielevaja reakcyja.

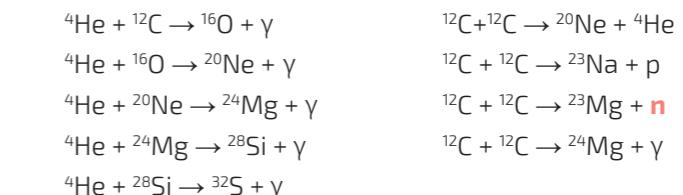
Syntez jadraў ad C da Fe

Hareńie hielu prydziči da pavieličenia jadra, što składajecca ū asnoúnym z kistarodu i vuħlarodu. A vakoł – hiel, jaki praciahvaje hareć. Vyharańie hielu znoūku viazie da kalapsu zorki (6×10^8 – 2×10^9 K). Pry takich temperaturach už moža prachodži hareńie vuħlarodu, neonu, kistarodu.

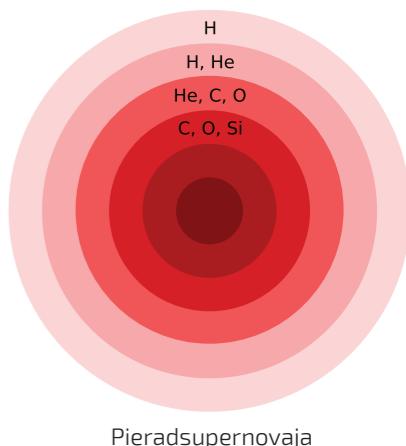
Kali zorka dastatkova mašiūnaja ($> 10 \text{ M}\odot$), to ū joj praciahvajuč dalej syntezavacca elementy.



dziejańiem hravitacyi zorki (hareńie vuħlarodu):

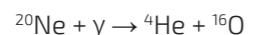


U asnoúnym tut atrymvajeca ^{20}Ne .

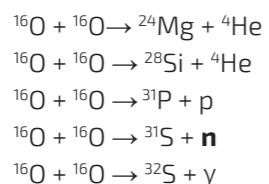


Syntez jadraў ad C da Fe

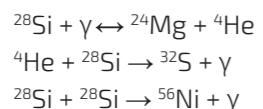
Hareńnie neonu – karotkaja stadyja, u jakoj prachodzić fotadysacyjja ^{20}Ne pad už-dziejańiem vysokaenerhietyčnych γ -kvan-tau z adryvam α -čaścinki, jakaja uezajema-dzień z inšymi jadrami, pakul nia skončycza zapas neonu.



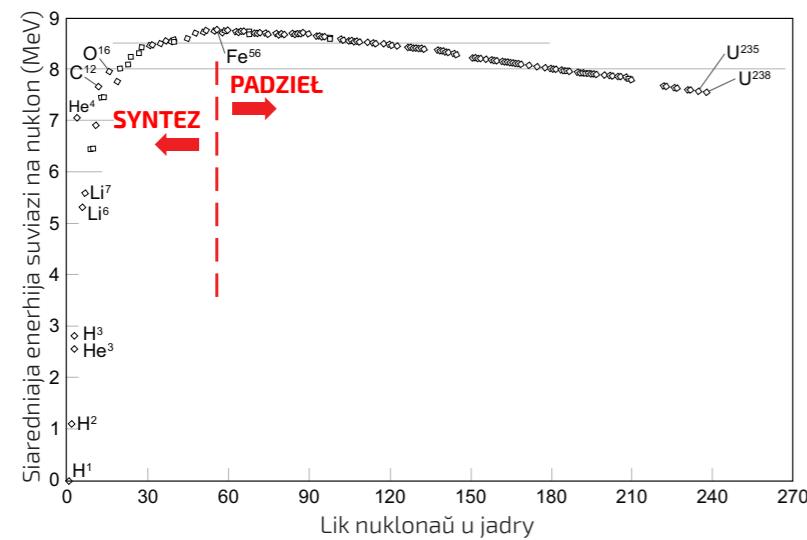
Apyr temperatury 10^9 K budzie **hareć kistarod**:



Z pavieličeniem temperatury (da 5×10^9 K) pojedzie **hareńnie kremnu**:



Dalej ^{56}Ni strymlivaje 2 β -raspadu i atrymva-jecca ^{56}Fe . I heta kančatkovaja stadyja syn-tezu ū zvyšmasiuňzych zorkach. Specyfičnaja (adnosnaja) enerhija suviazi na nuklon (jak funkcyja masavaje ličby A) dasiahaje svajho maksymumu kala Fe. Tamu reakcyi syntezu z jadrami, ciažejsimi za žaleza, iduć užo z pahlynańiem enerhii.



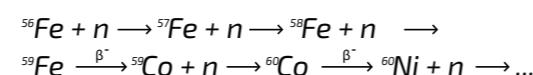
Utvareńnie ciažkich i zvyšciažkich elementau

U 1957 hodzie nadrukivali artykul Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge'a, William'a Fowler'a i Fred'a Hoyle'a³ B²FH⁴ [2]. U im apisvalisia pracesy, pry jakich utvarajucca ciažejsja za žaleza elementy.

s-praces

Heta pavolny zachop neútronaū (ad anhielskaha slow), jaki prachodzić u abałonkach črvonych hihantaū. Dla padtrymańia pracesu wielmi doúhi čas (103 hady) maje być adpaviednaja temperatura (10^8 K) i kancentracyja ($> 10^{10} \text{ cm}^{-3}$). Jadry z maleńkim peryjadom paúraspadu $T_{1/2}$ źnikajuć raniej, čym sia pašpiejuć zachapić neútron. Tamu u hetym pracesie biaruć udzieł stabilnyja i β -raspadniki z vialikim $T_{1/2}$. Pałova naziranaha rečyva z A > 60 utvarylaśia ū vyniku s-pracesu.

Prykład častki pracesu:



Zakančajecca ĭancužok na bismucie ^{209}Bi (dalej užo pojedzie α -raspad).

Pradukty raspadaū vyvodziacca za abałonku (u mižornuju prastoru) biez uzajema-dziejańiau z rečyvam.

r-praces

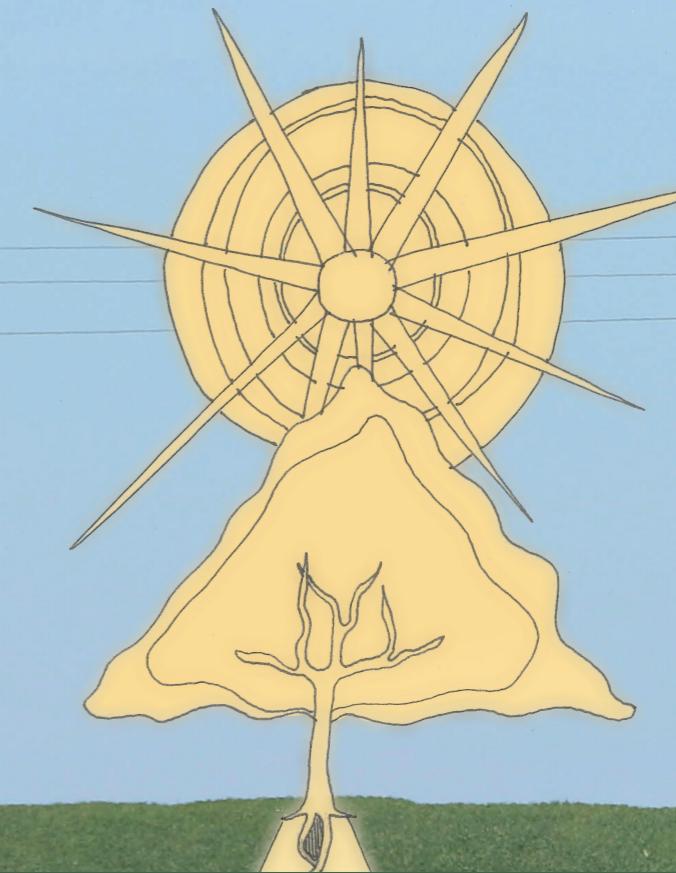
Heta chutki praces (ad anhielskaha *rapid*) utvareńnia bolš ciažkikh elementau z bolš lohkim šlacham pašladoúnaha zachopu neútronaū po reakcyi (n, γ). Zachop neútronaū tryvaje, pakul chutkaśc zachopu bolšaja za chutkaśc β -raspadu. Nieabchondnaja temperatura j kancentracyja $> 10^9$ K i $> 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ adpaviedna.

Imavierna, umovy prachodžania takoha pracesu ū zorach nastupnyja:

- udarnaja chvala pry vybuchu supernovaj, jakaja prachodzić praz hielevy i neonavy stai dy vyklikaje reakcyju z patrabavanaju kancentracijaj neútronaū;
- u centry masiu-naje zorki ū stadyi pieradsupernovaj utrymlivajecca via-likajaja kolkaśc neútronaū i α -čaścinka (što utvarylia ū vyniku fotarasčapleńia žaleza na finalnej stadyi evalucyi). U centry takich zorak – umovy dla vybuchnoha syntezu elementau.

³[cytajecca: Margaret Berbidž, Džefry Berbidž, Ūiljam Faúler, Fred Hojt]

⁴B²FH (*Synthesis of the Elements in Stars – syntez elementau u zorkach*) – navukovy artykul, prysviečany jadram v reakcyjam u zorkach i utvareńniu elementau u Sušwiecie.



ЭКАСІСТЭМНЫЯ ПАСЛУГІ: ЯК ПРЫРОДА ВЫКОНВАЕ ВАЖНЫЯ ДЛЯ НАС ФУНКЦЫІ И НІЧОГА НЕ ПРОСІЦЬ НАЎЗАМЕНІ

АЎТАРКА ТЭКСТУ І ЗДЫМКАЎ: ФУЛІГО СЭПЦІКА



МАСТАЧКА:
ГАННА СІМОНІК

Тэкст рэдагавала вучаніца Рэдактарскае школы зіну Аліна Салавейка



тлумачыў і дапоўніў іх. Законы Мэндэля зрабіліся асобным выпадкам адкрытых Морганаам заканамернасцяў.

Што было далей?

Адзін дзёрзкі белавокі самец дразафілы здолеў вылецець з мушынага пакою. Ён аблюбаваў яблыню недалёка ад університетскіх корпусаў і выбраў самы сакавіты яблык. Перабываючы ў нірване ў часе трапэзы, уцякач не здзяўжыў, што яблык акуратна зьнялі, заладавалі ў кардонную скрыню й выправілі ў далёкае падарожжа ў Стокгольм. Горад спадабаўся вандроўніку. Падужэлы белавокі самец аказаўся даволі плладавітым. Ягоныя абранынцы нарадзілі беззліч чырванавокіх разнапольных дзяцей і некалькі белавокіх сыноў. Адбывалася гэта на падносе з садавіной у канфэрэнц-зале, дзе праходзяць паседжанні адмысловае камісіі Швэдэскай каралеўскай акадэміі навук.

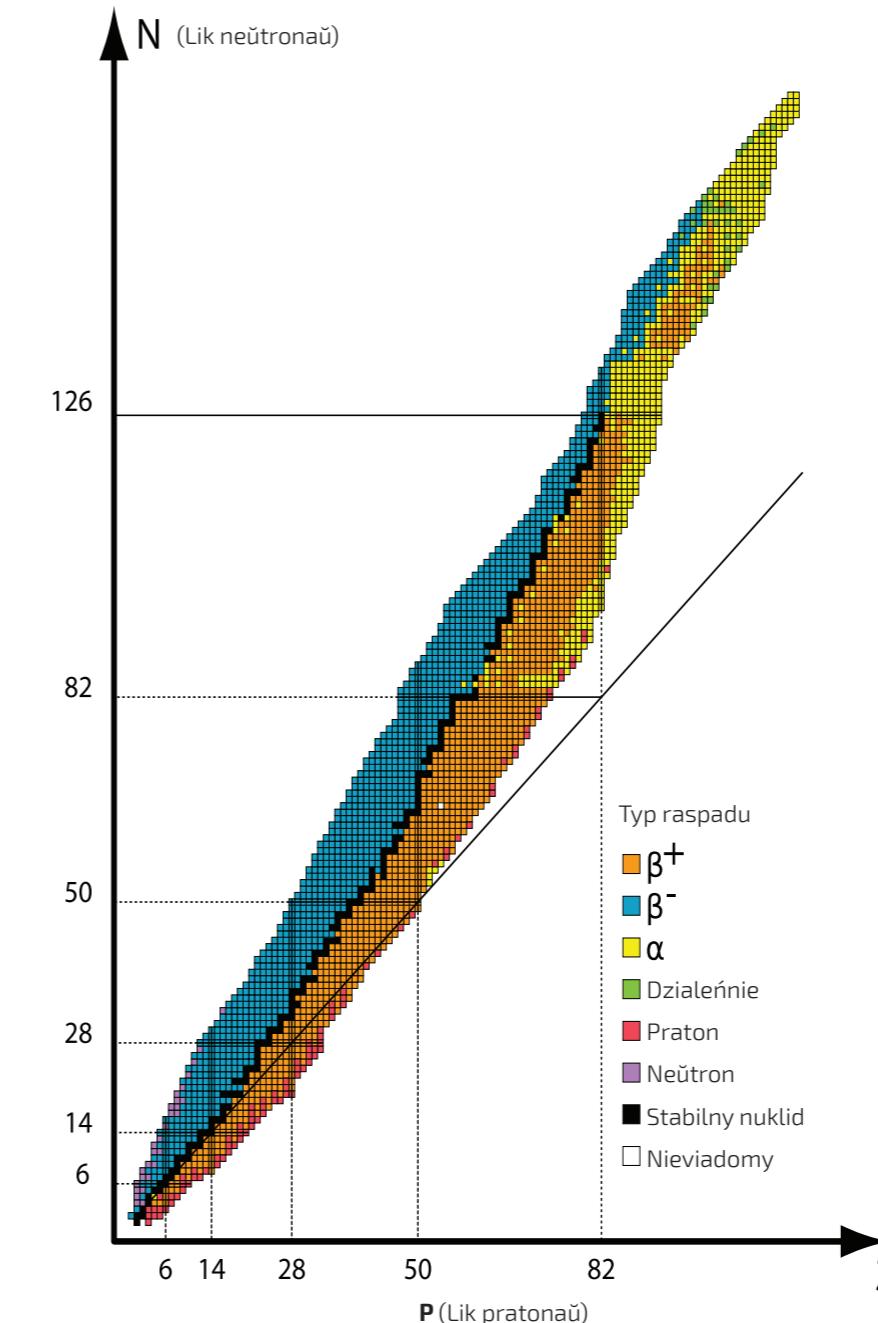
Эксперыты ацанілі ягоныя высілкі. Не ўцекача, а найвялішага навукоўца, Томаса Моргана. У 1933 годзе яго ўганаравалі Нобелеўскаю прэміяй у галіне фізіялогіі і мэдыцыны за адкрыцьці, звязаныя з роляю храмасомаў у спадчыннасці [4].



На ўрачыстасці ўручэнні навуковец не зявіўся, але даслаў прамову. Томас Морган аддаў перавагу новым гарызонам дасьследаваньняў генетыкі: менавіта ў той час упершыню былі ідэнтыфікаваныя храмасомы ў сълінных залозах лічынак дразафілаў. Матэрыяльныя фактары спадчыннасці візуалізаваліся.

КРЫНІЦЫ:

1. Mendel, Gregor: Versuche über Pflanzen-Hybriden. In: Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn 4 (1866), S. 3-47.
2. T. H. Morgan. Sex Limited Inheritance in Drosophila. Science. 22 Jul 1910. Vol. 32, Issue 812, pp. 120-122.
3. Morgan, Thomas Hunt. The mechanism of Mendelian heredity. New York: Henry Holt and Company, 1915. 262 p.
4. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1933/morgan/facts>



U vyniku hetaha pracesu atrymvažucca ^{116}Cd , ^{120}Sn , ^{124}Sn .

Vychodzić, što nuklearnye syntez pačaūsia praz 1-3 chvilkiny pašla Vialikaha výbuchu. Hetak utvarylisia lohkija elementy (D , T , He , Li). Z užniknieñiem zorak i dziakujući ich evalucyi stwralisia ūmovy dla cyklu pp, CNO , patrojnaj hielevaj reakcyi dy hareńia innych elementau. Hetak utvarylisia elementy da Fe i Ni . Pry výbuchach masiúnych zorak u vyniku zachopu neūtrona i nastupnych β -raspadau atrymvalisia ciažkija elementy da U . Častka elementau utvarajecca ū vyniku ūzajemadziejańia kašmičnych pramianioў z mižornym asiadrodźziem, ale heta nie ūvachodzić u miezy hetaha artykułu.

A voś što nasynetezavałasia ūvohule ū Sušwiecie:

- ~ 91 % jadraŭ składaje H ,
- ~ 8,9 % He ,
- < 0,2 % prychodzicca na astatniu elementy.

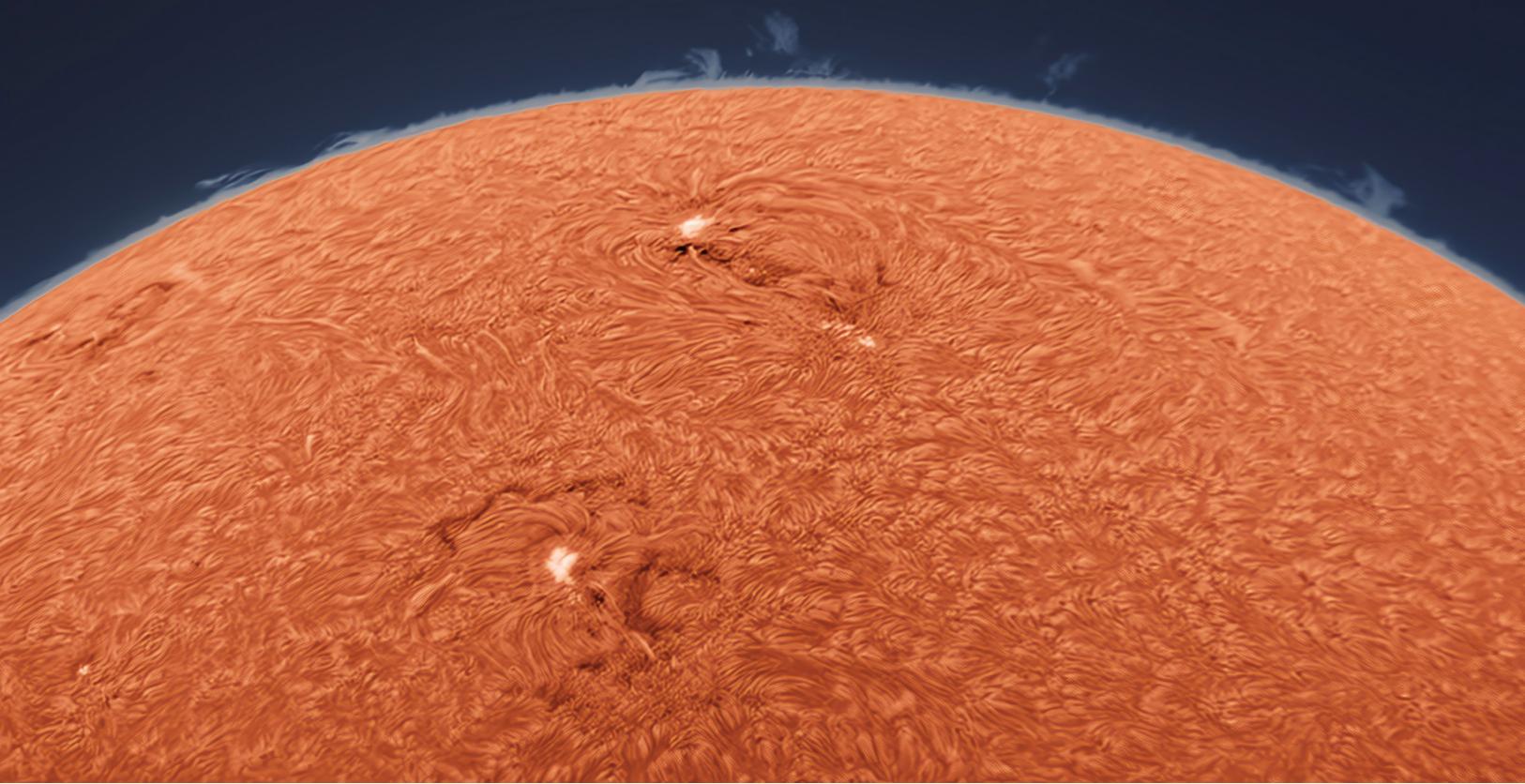
KRYNICY:

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. Частицы и атомные ядра
2. B2FH paper https://en.wikipedia.org/wiki/B2FH_paper
3. Б.С. Ишханов. Нуклеосинтез во Вселенной
4. С. Вайнберг. Космология
5. С. Попов. Суперобъекты
6. Дж. Грибин. 13.8

ГОД АКТЫЎНАГА СОНЦА: ЧАМУ НАШАЯ ЗОРКА БУШУЕ?



АЎТАР ТЭКСТУ І АСТРАЗДЫМКАЎ:
ЗЪМІЦЕР КАНАНОВІЧ



ранна бераглі, каб потым скрыжаваць з нармальными чырванавокімі самкамі. Зрабілі.

Што там было ў артыкуле ў манаха з Брна? У першым пакаленіні гібрыдаў гароху выяўлялася толькі адна з бацькоўскіх прыкметаў? Напрыклад, пры скрыжаванні раслінаў зъяўлянемі жоўтымі гарошынамі усе іх дзецы (гібрыды першага пакаленія) былі з жоўтымі гарошынамі [1].

Дэйна, бо ў Моргана атрымалася інакш: ужо ў першым пакаленіні дразафілаў разам з чырванаво-каю большыню навуковец выявіў трохі белавокіх самцоў. У наступных пакаленінях супадносіны чырванавокіх самак і самцоў зъмяняліся, але белавокімі нараджаліся толькі самцы. Як гэта можна вытлумачыць?

Томас быў зъянтэжаны. Правёшы да датковыя скрыжаванні, вярнуўся да папярэдніх эксперыменту. Ах, аказваецца, для шэрагу прыкметаў статыстычныя законы Мэндэля спрацоўваюць! Прыйкладам, пры скрыжаванні бацькоў з шэрым і цёмным целам усе нашчадкі першага пакаленія атрымваліся з шэрымі целамі.

Дык, можа, усё-такі разьлікі Мэндэля да-кладныя, і працуць ранніх стадыяў разьвіцця не часовыя, а сталыя фактары? Так, найхутчэй, упарты манах меў рацюю. Але чаму тады статыстыка Мэндэля не спрацоўвае ў выпадку успадкоўвання ў мух колеру вачэй? Чаму белавокімі нараджаліся толькі прадстаўнікі мужчынскага полу?

Томас Морган выказаў неймаверную здагадку. Некаторыя фактары могуць успадкоўвацца не паводле правілаў Мэндэля, а гендэрна: толькі паводле мужчынскай ці жаночай лініі. Тады лёгка можна вытлумачыць, чаму чырванавокімі нараджаліся як самкі, гэтак і самцы, а белавокімі – толькі самцы. Фактар белых вачэй наўпраст звязаны з мужчынскім полам, у самак ён не выяўляецца. Ніколі.

Гэтая зъява – **сашчэпленая з плоцьцю спадчыннасцьцю**. У 1910 годзе Томас Морган з калегамі ўпершыню ў сьвеце загаварыў пра гэта ў аднайменным артыкуле [2].

Вытлумачыць зъяву можна наступным чынам. Фактары, што адказваюць за разьвіццё белых вачэй у дразафілаў, месцяцца ў адменным мужчынскім аддзеле, якога няма ў жаночых асобінаў. Як вы здагадаліся, фактары сёньня мы называем генамі, а аддзел – мужчынскія плоцеваю храмасомам.

Вось мы і дайшлі да апісання храмасомаў, як раней гэта зрабіў Томас Морган. Уявіце цэляфанавы пакет з вадой, усярэдзіне якога – яшчэ адзін пакуначак, нашпігаваны мініятурнымі літарамі X. Літары X – гэта храмасомы, пакуначак – ядро вузы, а вялікі пакет – уласна вуз. Храмасомы складаюцца з цаглінак – генаў. Морган аформіў гэтую інфармацыю ў выглядзе **храмасомнай тэорыі спадчыннасці**, першыя тры пастулаты якой абвяшчаюць:

- гены (цаглінкі) – складнікі храмасомаў (літараў X) у ядры вузы (пакуначак),
- гены месцяцца ў храмасоме ў лінейнай пасъядоўнасці,
- розныя храмасомы ўтрымваюць неадолькавы лік генаў.

Фармульянне храмасомнай тэорыі скланула навуковы съвет. Гэтак звычайна бывае, калі разрозненія з'весткі й тэорыі вокамгненнем набываюць асэнсаваное і стройнае гучанье.

Храмасомную тэорыю спадчыннасці аформілі ў выглядзе кнігі і выдали ў 1915 годзе [3]. Моцна дапамаглі ў напісанні калегі Томаса Моргана: Гэрман Мюлер, Элфрэд Стэртэвант і Кэлвін Брыджэс (Hermann Muller, Alfred Sturtevant, Calvin Bridges). Назоў „Мэханізм мэндэлеўскае спадчыннасці” съведчыць пра тое, што выдатны навуковец Томас Морган, не зважаючы на выточныя¹ сумнёвы, прызнаў значнасць дасягненняў Грэ́гара Мэндэля і, кіруючыся эксперыментальнымі з'весткамі ў цывярозым разумам, вы-



¹Выточны – выходны, першапачатковы.