

JURIS TAMBERGS

**Bibliskā un dabaszinātniskā  
pasaules aina**

II daļa

Lekciju kurss Latvijas Universitātes  
Teoloģijas fakultātes studentiem

Rīga, 1998



# Saturs

XIII. Antropais princips .....	1
XIV. Pasaules radīšanas ainas trešā diena – dzīvība Bībelē, zinātnē un kosmosā.....	11
XV. Pasaules radīšanas ceturtdā diena un debess ķermeņu kosmogonija .	22
XVI. Pirmā bioloģijas aksioma .....	34
XVII. Iedzimtības saglabāšanās un pārmantošanas mehānisms – otrā bioloģijas aksioma .....	45
XVIII. Mutācijas, izlase, evolūcija – trešā un ceturtdā bioloģijas aksioma.	57
XIX. Īsa Zemes biosfēras vēsture.....	67
XX. Evolūcijas teorijas neatbildētie jautājumi.....	78
XXI. Cilvēka izcelšanās pats sākuma posms pēc bioloģijas datiem .....	88
XXII. Neoantropu izcelšanās – vai zinātne seko Bībelei?.....	99
XXIII. Pasaules radīšanas ainas sešu dienu kopsavilkums un cilvēces vēstures sākums.....	110
XXIV. Matemātikas fundamentālie sasniegumi un zinātnes iespēju robežas .....	123
XXV. Pasaules gals – Bībele un zinātne.....	136





### XIII. Antropais princips.

1. Antropais princips (AP) un mūsdienu zinātnes metodoloģija.
2. Kopernika – Bruno princips un AP.
3. Antropā principa vēsturiskā attīstība.
4. “Kas būtu, ja fizikas konstantes būtu nedaudz citādas?” – Tradicionālā atbilde.
5. Mazas fizisko parametru izmaiņas – katastrofālas sekas apkārtējā pasaulē.
6. Mūsu telpas triju dimensiju izdalītā forma.
7. Visuma “Lielo Skaitļu” hipotēze.
8. Vājš un stiprais antropā principa formulējums.
9. Antropais princips, dabas zinātnes un teoloģija.

#### Literatūra.

1. Ю. В. Балашов. Вопросы философии, н. 7, 1988 г., стр. 117-127.
2. В. В. Казютинский, Ю.В.Балашов. Природа, н. 7, 1989 г., стр. 23-32.
3. М. Рюз. Наука и религия: по - прежнему война Вопросы философии, н. 7, 1991 г., стр. 36-57.

# 1. Antropais princips (AP) un mūsdienu zinātnes metodoloģija.

“Mani patiesi dziļi interesē: vai Dievs varētu pasauli radīt arī citādu?”

A. Einšteins

Antropais princips (AP) jeb kosmiskais antropais princips vienkāršotā formulējumā:

“Visuma parametri ar nepieciešamību ir tādi, lai mēs kā novērotāji varētu tajā eksistēt.”

AP sevišķi aktuāls kļuvis pēdējos 20 gados.

Piemēram, par fundamentālo monogrāfiju: “J. D. Barrow, F. J. Tipler. The Antropic Cosmological Principle. Oxford, 1986.” iznācis ap 100 (!) recenziju, kas publicētas vadošajos fizikas, bioloģijas, **religiski teoloģiskajos**, filozofijas un populāri zinātniskajos žurnālos – tikai reta zinātniska tēma izsauc tik plašas, vētrainas un pretrunīgas diskusijas.

Tādas uzmanības cēloņi:

- 1) Daudzi grib redzēt AP atbildi uz jautājumu: “Kāpēc daba ir uzbūvēta tieši tā un ne citādi?” Saskaņā ar dažām AP versijām mūsu Visumam piemīt mums novērojamās īpašības tieši tādēļ, ka Visumā ar citām īpašībām gluži vienkārši “novērotāja” nebūtu – nebūtu neviena, kam uzdot jautājumu par pasaules uzbūvi! No šejienes seko ar AP saistīts princips – Visumā acimredzot darbojas kāds apslēpts princips, kas to “organizē” noteiktā veidā. Daži pētnieki, piemēram, P. Deiviss, uzskata, ka: “AP – tas tas ir vienīgais mēģinājums zinātniski izskaidrot noslēpumā tīto fizikālās pasaules struktūru.”
- 2) AP aizskar vienu no mūžīgajiem filozofijas jautājumiem: Cilvēka un Visuma vienības problēmu. Kāda ir šīs vienības jēga (daba)? Uz to ir dažādas atbildes. Pētnieku attieksme pret AP nav viennozīmīga. Ir sastopama:
  - a) pozitīva attieksme;
  - b) noklusējoša attieksme (nepieminēšana, apiešana). Savā ziņā saprotami – AP izskatās ļoti neparasti citu – “tīri dabaszinātnisku” – principu vidū (jo ienes ļoti būtisku novērotāja faktoru);
  - c) kritisku attieksmi – kas parasti reducējas uz tēzi: “AP ir vai nu triviāls vai nu nepatiess.”

## 2. Kopernika – Bruno princips un AP.

Vēsturiski līdz ar moderno dabaszinātņu attīstību 16.–17. gs. vērojama tālāk aprakstītā filozofiskās domas tendence.

Koperniks – heliocentriskā sistēma (1543. gads).

Bruno – ideja par “pasauļu daudzveidību” (1584. gads).

Kopernika – Bruno princips:

“Zeme neieņem privileģētu, centrālu stāvokli Visumā.”

Modernā AP pētnieka B. Kartera (B. Carter) uzskats:

“Pieeja zinātnes metodoloģijai, kas balstās uz AP, ir vērtējama kā noteikta reakcija (atbilde) uz pārāk aklu sekošanu “Kopernika principam”.”

Pareizāk – Bruno principam (Koperniks atstāj privileģētu lomu Saulei).

Bruno principa atspoguļojums mūsdienās:

Kosmoloģiskais princips: visu "vietu" ekvivalence Visumā, tā homogenitāte un izotropija.

Bet Koperniks ir šīs idejiskās attīstības aizsācējs, tāpēc arī pareizāk to nosaukt par Kopernika – Bruno principu.

Pēc B. Kartera:

No kosmoloģiskā principa rodas tendence paplašināt to līdz visai apšaubāmai dogmai: "Mūsu stāvoklis Visumā nevar būt izdalīts nekādā nozīmē."

Kartera pretargumenti:

- 1) nepieciešams priekšnosacījums mūsu eksistencei ir īpaši (speciāli) apstākļi (piemēram, temperatūra, apkārtējās vides ķīmiskais sastāvs utt.);
- 2) Visums izplešas – tātad attīstās, tas ir arguments pret pilnīgu visu lietu "vietu" līdzvērtību Visumā ("vieta" – laika nozīmē).

No šejienes izriet:

Kaut arī mūsu stāvoklis Visumā ne obligāti ir centrāls, tas neizbēgami zināmā mērā tomēr ir privileģēts.

Kādā apstākļi slēpjas mūsu privileģētība Visumā?

- 1) To varētu reducēt uz faktu: uz Zemes ir saprātīga dzīvība, ir cilvēks. Tad Zemes "izdalītā loma" būtu gadījumā, ja mūsu Zemes civilizācija būtu vienīgā visā Visumā. Tā 19. gs. beigās uzskatīja angļu biologs A. Uolless, kurš pirmoreiz formulēja AP dabas zinātņu valodā. Bet vispār tas ir ļoti diskutabls jautājums.
- 2) Vairums AP pētnieku saprot mūsu izdalīto jeb privileģēto stāvokli Visumā sekojoši:

Eksistē noteiktas sakarības starp sarežģīti organizētu struktūru (līdz pat cilvēkam) formēšanās un veidošanās procesiem no vienas puses un mūsu Visuma, kas izplešas, ne tikai lokālām, bet it īpaši globālām īpašībām (tā saucamā Visuma "Lielo Skaitļu" hipotēze) no otras puses.

### 3. Antropā principa vēsturiskā attīstība.

AP zinātnisko vēsturi nosacīti varētu dalīt trīs posmos:

- 1) pirmsrelatīvistiskais (pirms Einšteina relativitātes teorijas radīšanas 1905. g.) – līdz 19./20. gs. mijai;
- 2) makroskopiski relativistiskais – apmēram līdz mūsu gadsimta 60. gadiem;
- 3) mūsdienu posms – "mikrofiziski kosmoloģiskais" – aptuveni pēdējie 30 gadi.

Pirmais posms – saistīts ar angļu biologa A. R. Uollesa (A. R. Wallace, 1823 – 1913) darbiem, kuru mērķis ir pamatot "astronomisko antropocentrismu" (pret Kopernika – Bruno principu). Uollesa uzskati – izejot no 20. gs. sākuma "pasaules zinātniskās ainas" – ir sekojoši:

- 1) novērojumi apstiprina visas "novērojamās Visuma daļas" vienību, tās sastāvu no vieniem un tiem pašiem ķīmiskajiem elementiem un pakļaušanos vieniem un tiem pašiem fizikas likumiem;
- 2) mēs ieņemam centrālo vietu Visumā, dzīvības un saprāta rašanās Visumā ir saistīta ar virkni savstarpēji saistītu nosacījumu.

Viņa secinājumi šajā jautājumā, kas izteikti pašā 20. gs. sākumā, ir visai interesanti:

"Jebkura cita planēta Saules sistēmā, izņemot Zemi, nav apdzīvojama; tikpat ļoti varbūtīgi, ka nekādai citai saulei nav apdzīvojamu planētu" – t.i., mūsu civilizācija – vienīgā Visumā. (Salīdzināsim to ar akadēmiķa Šklovskā hipotēzi, kas izteikta 70. gadu vidū un kuru aplūkosit nākošajā lekcijā).

Hallega spriedumu gala secinājums ir tuvs mūsdienu AP pamatidejai:  
"Cilvēks – šis apzinīgās organiskās dzīvības kronis – varēja attīstīties šeit uz Zemes tikai pie šī (t.i., mūsu) šausmīgi plašā materiālā Visuma, kuru mēs redzam sev apkārt."

(No grāmatas: A. R. Volles. Mesto čeloveka vo Vseļennoi, Spb, 1904, S. 267 – 290).

Otrais AP attīstības posms – apmēram 50 – 60 gadi (1905 – 1960), "makroskopiski relativistiskais" posms, kurā tika noskaidrotas konkrētas makroskopiskās Visuma īpašības, bez kurām cilvēka parādīšanās Visumā būtu neiespējama.

Pie tādām īpašībām pieskaitāma pietiekami strauja un ilga Visuma izplešanās, lai veidotos zvaigznes un planētu sistēmas. Šī posma filozofiskā problemātika – arī tuva AP problēmām:

"Mēs esam noteikta tipa procesu liecinieki tieši tādēļ, ka cita tipa procesi norisinās bez lieciniekiem."

(A. Zelmanovs, padomju laika kosmologs.)

Šī posma īpatnība – tajā aplūko makroskopiskos procesus Visumā saistībā ar cilvēka rašanos, kaut arī tād vēl nebija dziļi filozofiski izstrādātu AP formulējumu.

Trešais AP vēstures posms – mūsdienu "mikrofiziski kosmoloģiskais", ko raksturo ļoti cieša mega- un mikropasaules mijiedarbība, kad ar to saistītajā jaunākajā pasaules fizikālās ainas attīstībā parādījās visdziļākie un principiālākie antropo argumentu aspekti.

Šī virziena aizsākumi meklējumi jau 30. gados, kad virkne izcilu fiziķu ieinteresējās par "diku, lieku" jautājumu:

"Kāda ir fundamentālo fizikas pamatkonstanšu (piemēram, gaismas ātruma –  $c$ , Planka konstantes –  $h$ , elektriskā elementārlādiņa –  $e$ , gravitācijas konstantes –  $\gamma$ , elektrona un citu daļiņu masu –  $m_e, m_p, \dots$ ) izcelšanās? Kāpēc tās ir tieši tādas, ar attiecīgi novērojamajām skaitliskajām vērtībām?"

Ar to nodarbojās:

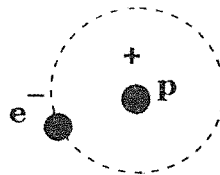
A. Eddingtons – angļu astronoms (strādāja ar konstanšu kombinācijām);

P. Diraks – "Lielo Skaitļu hipotēze" – mikrofizikas un kosmoloģijas konstanšu sakars;

A. Einšteins – fizikā vispār nedrīkst būt patvaļīgu skaitlisku konstanšu (parametru).

#### 4. "Kas būtu, ja fizikas likumības, piemēram, dažas tās konstantes būtu nedaudz citādas?"

Piemēram, kas notiktu, ja izmainītos elektrona vai protona lādiņš vai arī izmainītos elektrona masa ūdeņraža (H) atomā?



Parasti sagaidāmā atbilde: “No elektriskā lādiņa lieluma ir atkarīgs pievilkšanās spēks starp protonu (p) un elektronu (e), bet no elektrona masas ir atkarīgas tā kustības īpatnības atoma saistītajos stāvokļos”. Tātad – tādas izmaiņas novedīs pie tā, ka vienkārši izmainīsies atomu izmēri un tātad arī visu mūsu apkārtējo ķermeņu izmēri. Ja elektrona īpašību izmaiņas būs mazas, tad arī apkārtējie priekšmeti izmainīsies maz.

Līdzīga varētu būt atbilde uz jautājumu:

“Kas notiks, ja Ņūtona vispasaules gravitācijas likumā:

$$F = \gamma \times \frac{m \times M}{r^2}$$

nedaudz izmainīsim gravitācijas konstantes  $\gamma$  lielumu?”

Tad acīmredzot izmainīsies gravitācijas spēks starp tām pašām masām  $m$  un  $M$ . No gravitācijas spēka atkarīgi debess ķermeņu attīstības tempi, to izmēri – tie mainīsies. Un atkal – ja gravitācijas konstantes  $\gamma$  izmaiņas nebūs visai lielas, tad arī debess ķermeņu īpašību izmaiņas būs mazas. Te, piemēram, nāk prātā līdzība ar astronautu pārvietošanos uz Mēness (lieli lēcieni!) tā mazās masas dēļ, salīdzinot ar Zemi.

Līdzīgas atbildes būtu sagaidāmas arī pirmajā acu uzmetienā uz jautājumiem par citu fizikas lielumu vai likumību izmaiņu. Bet šis secinājums “nelielas izmaiņas – nelielas sekas” izrādās pilnīgi aplams!

## 5. Mazas fizikas parametru izmaiņas – katastrofālas sekas apkārtējā pasaulē.

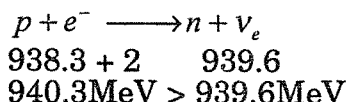
Ūdeņraža atoms – kāpēc nenotiek reakcija:



ūdeņraža atomā? Kāpēc tā ir iespējama tikai paātrinātajā? Tāpēc, ka tā ir enerģētiski neizdevīga.

Bet, ja elektrona masa būtu nedaudz lielāka – nevis  $m_e = 0.511 \text{ MeV}$ , bet gan  $m_e = 2 \text{ MeV}$ ,

tad



šāda reakcija būtu iespējama (“enerģētiski izdevīga”), un ūdeņraža atoms sabruktu pats no sevis un eksistētu ne ilgāk kā vidēji 30 stundas!

Ūdeņraža atoma stabilitātes nosacījums:

$$m_e < m_n - m_p = \Delta_{np}$$

$$0.511 [\text{MeV}] < 1.293 [\text{MeV}]$$

Varam pieņemt, ka nevis palielinās  $m_e$ , bet samazinās neitrona-protona masu starpība, ja  $m_n - m_p < 0.511 [\text{MeV}]$  – tad tas pats rezultāts,  $H$ -atoms sabrūk.

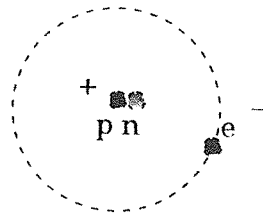
	<b>p</b>	+	<b>e<sup>-</sup></b>	→	<b>n</b>	+	<b>ν<sub>e</sub></b>
Masa (enerģija)	938.280	+	0.511		939.573	+	0
E=mc <sup>2</sup> [MeV]	938.791 [MeV]		<	939.573 [MeV]			

Nav izdevīgi: mazākai masai (enerģijai) jāpārtop lielākā masā (enerģijā).

**Tātad – pietiek  $m_p$  un  $m_n$  izmainīt par  $\sim 1/1000$  daļu no to lieluma, lai H-atoms kļūtu nēstabil, kas katastrofāli izmainītu Visumu!**

Smagā ūdeņraža izotopa – deitērija – kodola (deitona) stabilitātes nosacījums.

Deitons – neitrona un protona saistīts stāvoklis – veido smagā ūdeņraža (D–deitērija) atoma kodolu.



$$\begin{array}{ccccccc} m_n & + & m_p & - & \epsilon_{\text{saistes}} & = & m_{\text{deitons}} \\ 939.6 & + & 938.3 & - & 2.2 & = & 1875.7 [\text{MeV}] \\ \hline & & 1877.9 & & & & \end{array}$$

Neitrons brīvā veidā ir nēstabil un sabrūk:

$$\begin{array}{ccccccc} n & \rightarrow & p & + & e^- & + & \nu_e \\ 939.6 & \rightarrow & 938.3 & + & 0.5 & + & 0 \quad + 0.8 [\text{MeV}] \end{array}$$

Tātad saistītā stāvoklī – deitona kodolā neitronam nav izdevīgi sabrukt, jo deitona saites enerģija  $\epsilon_{\text{saistes}}=2.2 \text{ MeV}$  jau ir “apēdusi” vairāk nekā brīva neitrona sabrukumā pieļaujamā kopīgā  $p, e^-$  un  $\nu_e$  iespējamā kustības (kinētiskā) enerģija  $E_{\text{kin}}=0.8 \text{ MeV}$ .

Neitrona sabrukuma kinētiskā enerģija – tā kustības enerģija, kas paliek pāri pēc sabrukumā radušos daļiņu  $p$  un  $e^-$  miera masu izveidošanas:

$$E_{\text{kin}} = m_n - m_p - m_e = 939.6 - 938.3 - 0.5 = 0.8 [\text{MeV}]$$

$$\Delta_{np} = 1.3 \quad E_{\text{kin}} = \Delta_{np} - m_e$$

Tātad deitona stabilitātes nosacījums – tā saites enerģijai  $\epsilon_s=2.2 \text{ MeV}$  jābūt lielākai nekā brīva neitrona sabrukuma rezultātā radušos daļiņu kopīgajai kinētiskajai enerģijai  $E_{\text{kin}}=0.8 \text{ MeV}$  (lai neitronam deitona iekšienē nebūtu enerģētiski izdevīgi sabrukt). Tad:

$$(\epsilon_s=2.2 \text{ MeV}) > (E_{\text{kin}}=0.8 \text{ MeV})$$

$$\epsilon_s > \Delta_{np} - m_e \quad \text{un} \quad \epsilon_s + m_e > \Delta_{np}$$

$$2.7 \text{ MeV} > \Delta_{np}$$

Tātad:

1) lai būtu stabils deitons – jābūt  $\Delta_{np} < 2.7 \text{ MeV}$

2) lai būtu stabils H-atoms – jābūt  $\Delta_{np} > 0.5 \text{ MeV}$

**Tātad, lai reizē būtu stabils H un D, nepieciešams:**

$$0.5 \text{ MeV} < \Delta_{np} < 2.7 \text{ MeV}.$$

## 6. Mūsu telpas triju dimensiju loma.

Aplūkojam izmaiņas, kādas daļiņu mijiedarbībās ienestu mūsu telpas dimensiju skaita  $d=3$  izmaiņa.

Kulona likums elektrostatiskajā mijiedarbībā:

$$F = \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

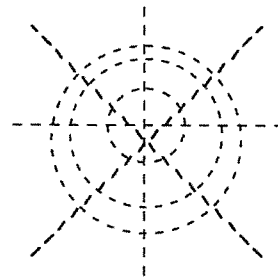
Ņūtona vispasaules gravitācijas likums.

$$F = \gamma \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Abos gadījumos mijiedarbības spēks  $F \sim 1/r^2$ .

Kāpēc, piemēram, elektrostatiskā mijiedarbība pavājinās pēc šī likuma?

Pieaugot attālumam  $r$  no lādiņa centra, elektrostatiskā lauka spēka līnijas sadalās pa arvien lielāku sfēras ar rādiusu  $r$  virsmu, kas aptver lādiņu.



Sfēras laukums  $S=4\pi r^2$  pieaug  $\sim r^2$

Lauka spēka līniju blīvums:

(Spēka līniju skaits / Laukums  $S=4\pi r^2$ )  $\sim 1/r^2$

samazinās  $\sim 1/r^2$  – tas arī nosaka elektrostatiskā lauka mijiedarbības spēka izmaiņu:

3 – dimensiju sfēras laukums pieaug $\sim r^2$	$F \sim 1/r^2$
4 – .....	$F \sim 1/r^3$
N – .....	$F \sim 1/r^{N-1}$

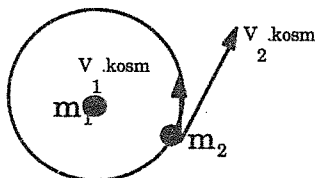
No šejienes secinām, ka Kulona un Ņūtona likumi vispārīgā gadījumā, iedomātā (bet varbūt reālā N–dimensiju telpā – pēc jaunākajām apvienotajām elementārdaļiņu mijiedarbību teorijām, piemēram  $N=10$ ) N–dimensiju telpā būtu rakstāmi sekojoši:

$$F_{ij} \sim 1/r^{N-1}$$

Kāda nozīme ir šādam abstraktam N – dimensiju telpas Kulona vai Ņūtona mijiedarbības likumam?

Lai veidotos sarežģītas atomu, molekulu struktūras, ir nepieciešams, lai pastāvētu stabila riņķa (saistīto stāvokļu) orbītas visvienkāršākajā divu ķermeņu (lādiņu) mijiedarbībā.

Pēc mehānikas likumiem:



Lai eksistētu stabila riņķveida orbītas, tad:

$$\Delta F_{\text{centrbēdzes}}(\mathbf{r}) > \Delta F_{\text{mijied.}}(\mathbf{r})$$

centrbēdzes spēkam jāsamazinās straujāk nekā mijiedarbības (pievilkšanās) spēkam.

N	$F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r^{N-1}$	Orbitu raksturs
1	$\Delta F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$\Delta F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r^0 = 1 = \text{const}$	Tikai saistīti stāvokļi. Nav 2.kosmiskā ātruma
2	$\Delta F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$\Delta F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r$	"
3	$\Delta F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$\Delta F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r^2$	Ir saistīti un brīvi stāvokļi. Ir 1. un 2. kosm. ātrums.
4	$\Delta F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$\Delta F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r^3$	Tikai brīva kustība. Ir tikai 2. kosmiskais ātrums.
5	$\Delta F_{\text{centrb.ēdzes}} \sim 1/r^3$	$\Delta F_{\text{mijied.piev.}} \sim 1/r^4$	"

Tātad, lai eksistētu saistīti stāvokļi – telpas dimensiju skaits  $N \leq 3$ .

Pie  $N=1,2$  – tikai saistītie stāvokļi, "mūžīgie atomi", kurus raksturo tikai 1. kosmiskais ātrums.

Pie  $N=3$  – ir saistītie un brīvie stāvokļi, stabili un mainīgi atomi, kurus raksturo 1. un 2. kosmiskais ātrums.

Pie  $N>3$  – tikai brīva kustība, saistīto stāvokļu nav, ir tikai 2. kosmiskais ātrums.

Tātad stabili un mainīgi (kur notiek elektronu apmaiņa) atomi un molekulas ir iespējamās tikai triju dimensiju telpas gadījumā.

## 7. Visuma "Lielo Skaitļu" hipotēze.

Domājot sakritības starp mikrofizikas un kosmoloģijas parametriem sāka pētīt jau 30. gados (P. Diraks, G. Gamovs).

Apskatām vienu šādu sakritību variantu.

Ievedam bezdimensionālu lielumu  $g$ , kas raksturo gravitācijas mijiedarbības intensitāti mikropasaulē:

$$g = \frac{\gamma \times m^2}{\hbar \times c}$$

kur  $\gamma$  – gravitācijas konstante,  
 $\hbar$  – Planka konstante,  
 $c$  – gaismas ātrums,  
 $m$  – mikrodaļiņas masa.

Tad

$$\begin{aligned} \text{protonam: } g_p &\sim 10^{-38} \\ \text{elektronam: } g_e &\sim 10^{-45} \end{aligned}$$

Vidēji  $g \sim 10^{-42}$ .

Apskatām attiecību  $T_0$ :

$T_0 = (\text{Laiks, kurā gaisma iziet caur protona diametru } (\sim 10^{-13} \text{ cm})) / (\text{Vidējā gravitācijas mijied. intensitāte mikrodaļiņām}) = 10^{-24} / 10^{-42} = 10^{18} (\text{sek}) = 30 \times 10^9 \text{ gadu} = 30 \text{ miljardu gadu}$

Pēc lieluma kārtas šis laiks  $T_0$  sakrīt ar Visuma vecuma novērtējumu  $t_0$  kopš izplešanās sākuma (Lielā Sprādziena).

$$t_0 = 1/H = 20 \times 10^9 \text{ gadu (20 miljardu gadu)}$$

pie Habla konstantes vērtības:

$$H = 50 [\text{km}/(\text{sek} \times \text{Mps})]$$

Tātad:

$$T_0 \sim t_0$$

kur  $T_0$  – mikropasaules laiks gravitācijas vienībās,  
 $t_0$  – Visuma vecums mūsu dienās

Kāda būtu divainās "Visuma Lielo Skaitļu" sakritības jēga?

$$(T_0)_{\text{mikro}} \sim (t_0)_{\text{visums}}$$

Vai tā ir gadījuma (nejauša) sakritība?



Pēc antropā principa (AP):

“Mēs esam doto dabas notikumu (t.i., mūsu Visuma) liecinieki tāpēc, ka citi notikumi (t.i., citi Visumi) norisinās bez lieciniekiem.”

Laiks  $(t_0)_{\text{visuma}}$  pēc lieluma kārtas ir vienas kārtas lielums ar vidējas zvaigznes dzīves laiku, bet tikai tad var rasties civilizācijas (“liecinieki”). Tātad:

Daudz “agrāk”, kad zvaigznes vēl nebija radušās, nebija arī civilizāciju, tad  $(t_0)_{\text{visuma}}$  bija daudz mazāks, tad šī sakritība nebija spēkā, tad  $(T_0)_{\text{mikro}} \gg (t_0)_{\text{visuma}}$  un nebija arī “liecinieku”;

Tālā “nākotnē”, kad zvaigznes nodzisīs, nebūs arī civilizāciju, tad  $(t_0)_{\text{visuma}}$  būs daudz lielāks un šī sakritība nebūs spēkā, jo  $(T_0)_{\text{mikro}} \ll (t_0)_{\text{visuma}}$  un nebūs arī “liecinieku”.

Tātad šī mikropasaules un kosmoloģijas parametru “Lielo Skaitļu” sakarība kļūst saprotama tikai saistībā ar AP – lai mēs varētu “dabaszinātniski” eksistēt, tad ir jāizpildās “Lielo Skaitļu sakarībai”.

## 8. Vājš un stiprais antropā principa formulējums.

B. Karters 1973. g. ieviesa divus kanoniskus AP formulējumus:

Vājš AP: “Mūsu stāvoklis Visumā ar nepieciešamību ir privilēģēts tajā nozīmē, ka tam jābūt savietojamam ar mūsu kā novērotāju eksistenci” (Stāvoklis – parādīšanās laikā).

Stiprais AP: “Visumam (un tātad arī fundamentālajiem parametriem, no kuriem tas ir atkarīgs) jābūt tādām, lai tajā kādā evolūcijas posmā tiktu pieļauta novērotāju eksistence”.

Tātad vājš AP:

a) Runā par tā kosmoloģiskā laikmeta (ēras, epohas) izdalītības (izdalītās lomas) izskaidrojumu, kura laikā Visumā eksistē saprātīgas būtnes pie nosacījuma, ka to rašanās principā iespējama tajā vai citā laikmetā, t.i., tā nav pretrunā ar dabas likumiem un kosmoloģiskās evolūcijas vispārīgo raksturu.

b) “Lielo Skaitļu”  $(T_0)_{\text{mikro}} = (t_0)_{\text{visuma}}$  sakrīšana pārstāj būt mīklaina, jo tā uzdod pēc lieluma kārtas to “izdarīto” Visuma vecumu, pie kura tiek izpildīti nepieciešamie nosacījumi, lai Visumā eksistētu “novērotāji” (būtu smagie ķīmiskie elementi un zvaigznes, kas dod enerģiju civilizācijas attīstībai).

c) Tāpēc nav jābrīnās, kāpēc mēs dzīvojam tieši šajā mums dotajā kosmoloģiskajā laikmetā un fiksējam “Lielo Skaitļu” sakarību. Citā kosmoloģiskā laikmetā mūsu nebūtu – tā sakot, “attaisnojošu fizikālu cēloņu” dēļ, un šīs “Lielo Skaitļu” skaitliskās vērtības, kuras savā starpā vairs nesakristu, tā arī paliktu nefiksētas.

Tātad – vājš AP pieņem kā dotus dabas likumus, fundamentālo konstanšu skaitliskās vērtības un tekošo kosmoloģisko parametru vērtības (Visuma vecums, blīvums utt.), konstatējot pie tā mūsu izdalīto lomu (privilēģētību) Visumā (t.i., citā laikmetā mūsu kā novērotāju vienkārši nebūtu).

Stiprais AP iet tālāk – tas norāda uz paša Visuma, kurā mēs dzīvojam, specifiku – tam jābūt tādām, lai kādā evolūcijas procesa posmā tiktu pieļauta novērotāju eksistence.

Stiprais AP tātad:

a) Norāda, ka, lai eksistētu pamata strukturālie elementi mūsu augsti organizētajā pasaulē (kodoli, atomi, zvaigznes, galaktikas), ir nepieciešama “ļoti smalka” fizikālo konstanšu “pieregulēšana” (piemēram, H–atomā vai deitonā);

- b) Ļoti niecīga šo konstanšu variēšana noved pie ļoti krasa stabilitātes zuduma apkārtējā pasaulē (nebūtu H-atomu!) vai arī izkristu kāds noteikts kritisks evolūcijas posms, piemēram, nukleosintēze;
- c) Izejot no veselas rindas novērtējumu, secināms, ka "labvēlīga" evolūcijas iziešana caur virknei kritisku posmu (no kosmoloģiskās kodolsintēzes līdz zvaigznēm, galaktikām, dzīvībai) ir gandrīz neticama. Bet, tā kā tā ir praktiski notikusi, tad jāsecina, ka nosacījumi, kas bija tam nolūkam nepieciešami un kurus lielā mērā uzdeva fundamentālo fizikas un kosmoloģijas parametru skaitlisko vērtību spektrs, bija "nodrošināti" no paša sākuma ar augstu precizitāti.

Tātad stiprais AP savā konsekvencē neapgalvo, ka, ja Visumu nebūtu kam novērot, tad tas neeksistētu. Bet, tā kā "novērotāji", kā saka, "ir klātesoši", tad Visumam ir jābūt tādām, kāds tas ir.

## 9. Antropais princips, dabas zinātnes un teoloģija.

AP – ienes cilvēka (humanitāro) faktoru dabaszinātnē, cilvēka un Visuma attiecību problēmā.

AP – pats par sevi nav ne materiālistisks, ne ideālistisks, to var izmantot gan vienu, gan otru uzskatu pārstāvji – tas var dot tikai papildus impulsu vienā vai otrā virzienā:

Materiālisms (naturālistiskais pasaules uzskats)

Mūsu Visums – tā ir matērijas gadījuma fluktuācija, tā ir vienkārši nejaušība, ka ir "realizējies" tieši šis "mūsu Visums" ar dzīvībai un cilvēkam ("novērotājam") labvēlīgiem parametriem.

Ideālisms (kristīgais pasaules uzskats, pamatojas ticībā Dievam)

Mūsu Visums – tā ir harmoniska, "pēc plāna" būvēta "celtne", kur "vieta" cilvēkam ("novērotājam") jau bija iepriekš "paredzēta" un "sagatavota".

Salīdzinot abus šos uzskatus antropā principa gaismā, katram pašam jaatrod atbilde uz jautājumu:

**"Kāda tad ir cilvēka eksistences jēga Visumā?"**

## **XIV. Pasaules radīšanas ainas trešā diena – dzīvība Bībelē, zinātnē un kosmosā.**

1. Radīšanas ainas 3.dienas interpretācija.
2. Dzīvības definīcijas problēma:
  - a) dzīvības “būtiskās” definīcijas,
  - b) dzīvības aprakstošā definīcija.
3. Panspermija, eksobioloģija un dzīvība kosmosā.
4. Civilizāciju izplatība Visumā – īsa problēmas vēsture.
5. Vienlaicīgi eksistējošu, augsti attīstītu civilizāciju skaita novērtējums mūsu Galaktikā.
6. Mūsu civilizācija – unikāla Visumā?
7. Bībeles radīšanas ainas ģeocentriskā simetrija.
8. Ģeocentriskās simetrijas un mūsu interpretācijas salīdzinājums.

### Literatūra.

1. В. Медников. Биологические аксиомы. Рига “Zinātne”, 1987.
2. И. С. Шкловский. О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной. Вопросы философии, н. 9, 1976 г., стр. 80-93.
3. М. Д. Голубовский. Гены и Библия. Химия и жизнь, н. 8, 1991 г., стр. 17-24.
4. М. Рюз. Наука и религия: по-прежнему война? Вопросы философии, н. 2, 1991 г., стр. 36-57.

## Pasaules radīšanas ainas pirmo divu dienu kosmoloģiskās interpretācijas kopsavilkums.

Genesis (1.nod.)	Kosmoloģija
1.–5.p.: Debesis un Zeme. Gaisma, tumsa, to nošķiršana. Pirmā diena.	Liels Sprādziens, inflācijas kosmoloģija $0 \div 10^{-44} \text{ sek} \leq t < 10^{-35} \text{ sek}$
6.–8.p.: Izplatījums ūdens vidū. Udeņu zem izplatījuma šķiršana no ūdeņiem virs izplatījuma. Izplatījums = debesis. Otrā diena.	“Mūsu Visuma” atdalīšanās un “Mūsu Visuma” izplešanās sākums. Adronu, leptonu ēras. Vieglo kodolu (H, He) sintēze. $10^{-35} \text{ sek} \leq t \leq 300 \text{ sek} = 5 \text{ min}$

### 1. Radīšanas ainas trešās dienas interpretācija.

Genesis (9. – 13. p.)	Kosmoloģija un kosmogonijas sākums.
<p>Un Dievs sacīja: “Lai saplūst vienkopus ūdeņi, kas ir zem izplatījuma, lai sausa zeme tiktu redzama.” Un tā notika.</p> <p>Tad Dievs nosauca sausumu par zemi, bet ūdens krājumu par jūru. Un Dievs redzēja to labu esam.</p> <p>Tad Dievs sacīja: “Lai zeme izdod zaļu zāli, stādus, kas nobriedina sēklu, un augļu kokus, kas katrs nes savus augļus ar savu sēklu.” Un tā notika.</p> <p>Tad zeme izdeva zaļu zāli, stādus, kas nobriedina sēklu, un augļu kokus, kas katrs nes savus augļus ar savu sēklu. Un Dievs redzēja to labu esam.</p> <p>Un tapa vakars un rīts – trešā diena.</p>	<p>“Vakars un nakts”: <math>5 \text{ min} \leq t \leq 1 \text{ miljons gadu}</math>.</p> <p>Visums lēni atdziest. Tas sastāv no H, He kodoliem, elektroniem un fotonu plazmas.</p> <p>“Rīts un diena”: <math>1 \text{ miljons gadu} \leq t \leq 5 \text{ miljardi gadu (?)}</math></p> <p>Veidojas neitrāli H un He atomi. Gaisma (fotoni) sāk brīvi izplatīties Visumā (aust “rīts” – kļūst “gaišs”).</p> <p>Veidojas (“pievakarē”):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) kosmiskie gāzu un putekļu mākoņi (“jūra”);</li> <li>2) cieta kosmiskā matērija, pirmās protogalaktikas (“zeme”);</li> <li>3) pirmie elementi, ķīmiskie savienojumi (vai vēl citi objekti!) – dzīvības nesēji, plašākā kosmiskā nozīmē.</li> </ol>

### 2. Dzīvības definīcijas problēma.

Intuitīvi mēs saprotam, kas ir dzīvs un kas ir nedzīvs, neviens nešaubās, ka šī atšķirība ir reāla, piemēram, tirgū par beigtu vai dzīvu zirgu maksā dažādu cenu, bet precīzi definēt dzīvību ir grūti.

Ir tautoloģiskas definīcijas: “Dzīvs organisms ir ķermenis, ko veido dzīvi objekti. Nedzīvs ķermenis ir nedzīvu objektu veidojums.”

Kāpēc grūti definēt dzīvību? – Dzīvajiem organismiem ir virkne īpašību, kas nepiemīt vairumam nedzīvo sistēmu, bet starp šīm īpašībām nav nevienas tādas, kas piemistu tikai dzīvajam.

Tad ir divi ceļi:

- 1) Tomēr mēģināt definēt, atrast visbūtiskāko dzīvības kritēriju;
- 2) Atteikties no definīcijas – dzīvību aprakstīt, uzskaitot galvenās dzīvo organismu īpašības (“aparakstošā definīcija”).

Dzīvības definīciju mēģinājumu ir daudz, tos var iedalīt divās galvenajās grupās:

- 1) dzīvību definē ar tās īpašību nesēju substrātu, piemēram, olbaltumvielām;
- 2) dzīvību apskata kā specifisku fiziski ķīmisku procesu kopumu.

Klasiskā dzīvības definīcija, ko ir devis F. Engels:

**“Dzīvība ir olbaltuma ķermeņu eksistences veids, kura būtisks moments ir pastāvīga vielu maiņa ar apkārtējo ārējo dabu, turklāt līdz ar šīs vielu maiņas izbeigšanos izbeidzas arī dzīvība, un tas noved pie olbaltuma sadalīšanās.”**

Šo definīciju tikai formāli var pieskaitīt 1. grupai, jo Engels domāja ne pašas olbaltumvielas, bet struktūras, kas satur olbaltumvielas. Pati par sevi olbaltumviela (polimērs, kas sastādās no aminoskābju atlikumiem) var tikt sintezēta ķīmiskā ceļā un tā nekādas dzīvības pazīmes ārpus organisma neuzrāda.

Engelsa definīcija izskatās pamatota, bet vai tā ir arī pietiekama?

Vielu maiņu arī nevar uzskatīt par vienīgo dzīvības kritēriju, arī jau pašā Engelsa dotajā definīcijā – vielu maiņa ir tikai “būtisks moments”, nevis vienīgais dzīvības kritērijs, jo vielu maiņa piemīt arī nedzīviem objektiem. Aplūkosim, piemēram, divas “melnās kastes” (kibernētikas termins – ierīces, kurās kontrolējama ir tikai ieeja un izeja, bet tās saturs nav zināms) – no necaurspīdīga materiāla, abas kastes tiek nepārtraukti vēdinātas.

Analizējam no kastēm izplūstošo gaisu un atrodam (abos gadījumos):

- 1) ir paaugstināta oglekļa dioksīda ( $\text{CO}_2$ ) un  $\text{H}_2\text{O}$  tvaiku koncentrācija izejā,
- 2) ir skābekļa ( $\text{O}_2$ ) deficīts izejā;
- 3) gaisa temperatūra izejā ir augstāka nekā ieejā.

Tātad secinājums – katrā kastē ir sistēma, kas spēj apmainīt vielas ar apkārtējo vidi. Atveram kastes: vienā kastē – dzīva pele, otrā – degoša svece.

Analogu eksperimentu veica A. Lavuazjē – jūras cūciņa tika ievietota ar ledu dzesētā kalorimetrā. Izmērot izkusušā ledus daudzumu un salīdzinot to ar patērētā  $\text{O}_2$  daudzumu, viņa secinājums – dzīvība ir lēna degšana.

Tātad – vielu maiņa nav objektīvs kritērijs, tā neļauj atšķirt dzīvo no nedzīvā, elpošanu no degšanas.

Noslēdzot gaisa ieplūdes krānu (pele ies bojā, svece nodzisis) – arī miruši organismi var apmainīties vielām ar apkārtējo vidi.

Tātad – vielu maiņa ir nepieciešams, bet nav pietiekams dzīvības kritērijs.

Pats Engels arī saprata šīs definīcijas nepilnīgumu:

“Ar vielu apmaiņu mēs nepavirzīsimies ne par soli uz priekšu, jo tā savdabīgā vielu apmaiņa, kam jāizskaidro dzīvība, savukārt prasa sevis izskaidrošanu ar dzīvības palīdzību.”

Galū galā Engels nosliecās uz domu – dzīvā kritērijam jābūt organisma ķīmisko sastāvdaļu pašatjaunošanās procesam.

B. Medņikova ieteiktā dzīvības definīcija:

**“Dzīvība ir aktīva, enerģiju patērējoša specifiskas struktūras uzturēšana un jaunatveidošana.”**

Jo īsāka definīcija – jo vairāk jāpaskaidro, jāatsifrē:

- 1) ko nozīmē “aktīva jaunatveidošana”?
- 2) kāpēc “enerģiju patērējoša” uzturēšana un jaunatveidošana?

3) kas ir "specifiska struktūra"?

Aktīva jaunatveidošana – process, kur sistēma, izmantodama apkārtējās vides elementus ar zemāku kārtības pakāpi, pati sevi atveido. Pasīva jaunatveidošana – nav dzīvības pazīmes. Piemēram, putni būvē ligzdas, bebrī – aizsprostus, cilvēki pārraksta grāmatas vai magnetofona ierakstus. Ligzdas, aizsprosti, grāmatas, ieraksti nav dzīvi objekti, atšķirībā no to cēlājiem vai veidotājiem.

Kāpēc "enerģiju patērējoša" dzīvā organisma ("specifiskas struktūras") uzturēšana un jaunatveidošana?

Tāpēc, ka tas ļauj dzīvas būtnes atšķirt no citām sevi pašu atveidojošām struktūrām, piemēram kristāliem, kuriem augot, "jaunatveidojoties" notiek tieši pretējs process – enerģija izdalās.

Analoģijas stāp organismu augšanu un kristālu augšanu pamanīja franču naturālists Ž. Bifons (1707 – 1788). Katram kristālam ir specifiska struktūra, kas rodas spontāni, piemēram, leduspuķes. Ir ārēja līdzība starp leduspuķēm un papardes lapām, bet enerģētiskie procesi abās struktūrās, tām rodoties un veidojoties, ir pilnīgi pretēji.

Kristāls – sistēma ar minimālu brīvo enerģiju, kristalizējoties izdalās siltums, piemēram, 1 kg "leduspuķu" kristālu veidošanā – izdalās 619 kcal. siltuma (539 – kcal. kondensējoties ūdens tvaikiem un vēl 80 kcal. – ūdenim sasalstot ledū).

Papardes lapas – augot absorbē, patērē Saules starojuma enerģiju, šo paparžu struktūru sagraujot, dabūjam tajās akumulēto Saules enerģiju atpakaļ – dedzinot akmeņogles – pārakmeņotas papardes.

Ārējā līdzība starp leduspuķi un papardi.

Leduspuķe (kristāls) izveido struktūru ar maksimālu virsmas laukumu, tad brīvās enerģijas zaudēšanas ātrums ir maksimāls (kristāli aug no virsmas).

Papardes lapas tāpat kā leduspuķes attiecīgajam tilpumam izveido maksimālo virsmas laukumu – jo elpošana (ražo  $O_2$ ) un  $CO_2$  asimilēšana notiek caur lapu virsmu.

Tātad analoģijai starp kristāliem un dzīviem organismiem nav heirstiskas nozīmes.

Kristālu struktūras kārtība – tā ir mirusi (kapsētas) kārtība, kas raksturīga sistēmai ar minimālu brīvo enerģiju.

Organisma struktūras kārtība – tā ir, piemēram, automobiļu ražošanas konveijera kārtība, lai to uzturētu un atveidotu nākamajā paaudzē, organismam jāuzņem enerģija gaismas kvantu vai neoksidētu organisko savienojumu veidā un jāizdala oksidēti dzīvības norišu produkti. Dzīvs organisms – tā ir straume, kurā nemitīgi pārvietojas enerģija un vielas – elementi struktūras uzturēšanai.

Pieaudzis organisms nepārtraukti nomaina visas vecās šūnas ar jaunām, tas neaprobežojas tikai ar "remontdarbiem" (brūču sadziedēšana), piemēram, asins šūnas pilnīgi nomainās 4 mēnešos, mainās arī kaulaudi.

"Specifiskā struktūra" – ? Organismi paaudzi pēc paaudzes no jauna atveido savai sugai raksturīgo kārtību. Tas notiek **gandrīz** absolūti precīzi. E. Šrēdingers grāmatā "Kas ir dzīvība no fizikas viedokļa?" (1944. g.) izteica hipotēzi: "Organismi kārtību gūst no apkārtējās vides, barojas ar svešu kārtību."

Faktiski notiek otrādi: organismi no ārienes saņem nevis struktūru, bet gan enerģiju – augi ar gaismas kvantiem, dzīvnieki ar moksidētiem ķīmiskiem savienojumiem, kurus var oksidēt elpošanas procesā. Izmantojot šo enerģiju, organismi veido savu, "pašmāju" kārtību, bet svešo kārtību ignorē – tāpēc "specifiskās struktūras jaunatveidošana".

Piemēram, vilks apēd zaķi. Zaķa orgāni, audi, olbaltumvielas vilkam nav vajadzīgas, tie kuņģī tiek noārdīti līdz aminoskābēm, ogļhidrātiem, nukleotīdiem – mazmolekulārām organiskām vielām, kas kopīgas visai dzīvajai dabai, ir “nespecifiskas”. Oksidēšanās procesā iegūto enerģiju izmanto, lai no “nespecifiskām” vielām būvētu sarežģītas vilka organiskās vielas.

Svešā kārtība tiek atgrūsta, piemēram, pie orgānu (sirds, plaušas, nieres u.c.) pārstādīšanas operācijām; lai to novērstu, tiek izmantoti specifiski preparāti.

Dzīvības “aprakstošā definīcija” – dzīvības apraksts, uzskaitot dzīvo organismu galvenās īpašības (saskaņā ar grāmatu: Pamela S. Camp, Karen Arms, Exploring Biology, CBS College Publ., 1984.):

1. Dzīvos organismus raksturo augsti organizēta (sakārtota) uzbūve. Ķīmiskās vielas (savienojumi), no kuriem uzbūvēti dzīvie organismi, ir daudz sarežģītāki un tiem ir daudz augstāks organizācijas līmenis nekā tām vielām, no kurām sastāv vairums nedzīvo sistēmu. Ķīmiskā sakārtotība atspoguļojas jebkura organisma struktūras sakārtotībā un funkcijās.
2. Dzīvie organismi saņem enerģiju no apkārtējās vides un izmanto to, lai uzturētu un pastiprinātu savu augsto sakārtotību. Lielākā daļa organismu tieši vai netieši izmanto Saules enerģiju. Zaļie augi – lai sintezētu barības vielas, kuras izmanto:
  - 1) paši augi,
  - 2) visi citi organismi uz Zemes.Visi organismi, lai uzturētu savu eksistenci, augšanu un vairošanos, izmanto enerģiju no barības.
3. Dzīvie organismi aktīvi reaģē uz apkārtējo vidi. Grūžot akmeni, tas pasīvi izkustas no vietas. Aizskarot dzīvnieku, tas parasti reaģē aktīvi: aizbēg, savelkas kamolā, tuvojas. Augu reakcija ir lēnāka, bet ne mazāk aktīva, to stublājs un lapas – pagriežas pret Sauli, saknes aug uz leju. Spēja reaģēt uz ārējiem kairinājumiem – tā ir universāla visu dzīvo būtņu īpašība.
4. Dzīvie organismi attīstās. Viss mainās laikā, bet sevišķi sarežģītā organizētā veidā mainās dzīvie organismi – tāda to izmaiņa – attīstība. Piemēram, kristāla augšana – pievienojot sev līdzīgus slāņus, augam vai dzīvniekam augot attīstās jauni zari vai jauni orgāni, kas pēc savas struktūras vai ķīmiskā sastāva atšķiras no sākotnējām struktūrām vai ķīmiskajām vielām.
5. Viss dzīvais vairojas. Jauni organismi – baktērijas, augi, dzīvnieki – rodas citu indivīdu, bet tādu pat organismu vairošanās rezultātā.
6. Informācija, kas katram organismam nepieciešama, lai tas izdzīvotu, attīstītos un vairotos, organismā sadalās un tiek nodota no katra indivīda tā pēcnācējiem. Šo informāciju satur organisma ģenētiskais materiāls (hromosomas un gēni). Ģenētiskais materiāls nosaka organisma attīstības, tā struktūru, funkciju un reakciju uz apkārtējo vidi iespējamās robežās. Šis ģenētiskais materiāls tiek nodots organisma pēcnācējiem, tāpēc pēcteči ir līdzīgi saviem vecākiem. Tomēr ģenētiskā informācija nedaudz variējas, tāpēc vecāki un to pēcnācēji parasti ir līdzīgi, bet ne identiski.
7. Dzīvie organismi ir adaptējušies savai videi. Dzīvie organismi (un atsevišķi to orgāni) labi atbilst savam dzīves veidam. Pietiek iepazīties, piemēram, ar kāda dzīvnieka ķermeņa uzbūvi, lai vispārējos vilcienos varētu stādīties priekšā, kā tas dzīvo. Dotā organisma uzbūves, funkciju un uzvedības īpatnības sauc par adaptācijām.

Tātad "aprakstošā dzīvības definīcija" zināmā mērā ir līdzvērtīga iepriekšējām "precīzajām" jeb "būtiskajām" definīcijām, jo "apraksts" aptuveni aizstāj "būtisko" definīciju komentārus.

Ir arī vēl daudz citu dzīvības definēšanas mēģinājumu, tīri funkcionālu, neatkarīgu no materiālā substrāta, piemēram, uz kibernetikas vai informācijas teorijas pamata. Ir arī mēģinājumi definēt dzīvību uz fizikas (termodinamikas) pamata, kā, piemēram:

**"Dzīvība ir atbilstošā (attiecīgā) veidā organizētas sistēmas darbs, lai paturētu un attīstītu antientropiskos stāvokļus uz apkārtējās vides vielu entropijas pieauguma rēķina."**

(L. Pļušcs, 1964. g.)

Mēs arī turpmāk, lietojot terminu "dzīvība", ņemsim vērā gan būtisko no apskatītajām definīcijām, gan arī saglabāsim tam maksimāli plašu, vispārēju un kosmisku nozīmi saskaņā ar mūsu "Genesis" interpretāciju.

Uz to, ka iespējama arī tāda vispārīga, kosmiska dzīvības izpratne norāda arī tas, ka senatnē "zāli", "stādus", "kokus" – augu valsti vispār pie dzīvības tādā nozīmē kā "dzīvnieku valsts" un "cilvēks" nemaz nepieskaitīja un tāds uzskats saglabājās visai ilgi.

### 3. Panspermija, eksobioloģija un dzīvība kosmosā.

Panspermija (grieķu valodā "pan" – viss, "sperma" – sēkla) – hipotēze par iespēju pārnest dzīvību kosmiskajā telpā no viena debess ķermeņa uz otru. šaurākā nozīmē – hipotēze par dzīvības ienešanu uz Zemes no kosmosa, kuru 1865. g. izvirzījis vācu mediķis Hermanis Rihters (H. Richter, 1818 – 1876) un galīgi noformulējis 1895. g. izcilais zviedru fiziķis Svante Arrheniuss (S. A. Arrhenius, 1859 – 1927). Saskaņā ar šo hipotēzi vistīcamākā ir kosmiskās, ārpuszemes izcelsmes dzīvo organismu nokļūšana uz Zemes ar meteorītiem un kosmiskajiem putekļiem. Šī hipotēze balstās uz datiem par dažu mikroorganismu un to sporu lielo izturību radiācijas starojumā, ļoti lielā (augstā) vakuumā un citos ekstremālos apstākļos. Lai gan līdz šim nav ticamu faktu, kas apstiprinātu dažu mikroorganismu, kuri ir atrasti meteorītos, kosmisko (ārpuszemes) izcelšanos, tomēr daļa zinātnieku, nespēdami samierināties ar to, ka pašlaik nav iespējams izskaidrot, kā tieši ir cēlusies (radīta) dzīvība uz Zemes (lēciens, "brīnums"), ir panspermijas hipotēzes piekritēji, piemēram, viens no molekulārās bioloģijas pamatlicējiem F. Kriks (F. H. Krick, 1973. g.).

Eksobioloģija (grieķu valodā "ekso" – ārpus) – viens no kosmiskās bioloģijas virzieniem, kas nodarbojas ar dzīvās matērijas un organisko savienojumu meklējumiem kosmosā un uz citām planētām. Galvenais eksobioloģijas mērķis ir iegūt tiešus vai netiešus datus par dzīvības eksistenci kosmosā.

Šādu pētījumu virzienu stimulē visai sarežģītu organisko savienojumu molekulu atklājumi Visuma telpā – starpzvaigžņu gāzē, kuras milzīgie mākoņi aizņem vairākus desmitus vai simtus parseku (1ps=3.26 gaismas gadu) lielus apgabalus. šie mākoņi galvenokārt sastāv no ūdeņraža (ap 70% pēc masas) un hēlija (28%), atlikušie 2% sadalās starp pārējiem elementiem un to savienojumiem (visvairāk ir O, C, N, Ne, S, Ar, Fe).

Vairums starpzvaigžņu gāzu molekulu atklāts ar radioastronomijas (radiospektroskopijas) metodēm, pēc šo molekulu starojuma radioviļņu diapazonā. Pirmā organiskā savienojuma molekula, formaldehīds ( $H_2CO$ ), tika atklāta 1969. g. pēc tās radiostarojuma līnijas ar viļņa garumu  $\lambda=6.2$  cm. Pēc tam tika atklātas vairākas tipiskas organisko savienojumu



klases: aldehīdi, spirti, vienkārši un sarežģīti ēteri, karbonskābes un amidoskābes.

Pavisam pēc 1970. g. starpzvaigžņu telpā ir atklāts ap 20 organisko savienojumu molekulu – no divatomu (CH, OH, CO) līdz pat 13 atomu molekulai HC<sub>11</sub>N. Daudzi no šiem savienojumiem (piemēram, HCN, CH<sub>2</sub>NH, CH<sub>3</sub>, NH<sub>2</sub>, u.c.) ir pazīstami kā aktīvs izejas materiāls, lai veidotu svarīgākās pirmsbioloģiskās molekulas – aminoskābes un slāpekļa bāzes. Dažas molekulas (OH, CO, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>CO, HCN, NH<sub>3</sub>, HCO<sup>+</sup>, CH) atklātas arī citās galaktikās. Tas viss ļauj runāt par vispārīgu (universālu) organiskās sintēzes ceļu Visumā. Plašo starpzvaigžņu molekulāro mākoņu organisko savienojumu sastāvs ļoti atgādina ar organiskajiem savienojumiem bagāto meteorītu (hondrītu – galvenās akmens meteorītu grupas) sastāvu, kā arī to tipisko organisko savienojumu maisījumu sastāvu, kuri tiek sintezēti laboratorijās no vienkāršiem savienojumiem, uz tiem iedarbojoties (tos aktivējot) ar cietu (lielas enerģijas) radiācijas starojumu, elektrisko izlādi, triecienviļņiem vai citādā veidā.

Eksobioloģijas metodes ir dažādas un tās nav domātas tikai citplanētu dzīvības izpaušmju atklāšanai, bet arī, lai iegūtu dažus iespējamo ārpuszemes organismu raksturlielumus. Lai pārbaudītu hipotēzi par dzīvības eksistenci ārpuszemes apstākļos, piemēram, uz citām Saules sistēmas planētām, svarīgi ir noskaidrot organismu izdzīvošanas iespējas, eksperimentāli reproducējot šos citplanētu apstākļus. Daudzi mikroorganismi var eksistēt gan pie temperatūrām, kas tuvas absolūtajai nullei (–273.15° C), gan pie relatīvi augstām temperatūrām (līdz 80° – 95° C), to sporas iztur augstu (lielu) vakuumu un ilgstošu sausumu (izzūšanu), tās panes daudz lielākas jonizējošā (radiācijas) starojuma dozas nekā tās, kas ir sastopamas kosmiskajā telpā. Iespējams, ka ārpuszemes organismiem ir jābūt ar daudz augstāku piemērošanās spēju dzīvot vidē, kas satur mazu ūdens daudzumu. Anaerobie (bezgaisa) apstākļi arī nav šķērslis dzīvības attīstībai, tāpēc teorētiski ir iespējama mikroorganismu eksistence Visumā ar visdažādākajām īpašībām, kuri varētu adoptēties pie neparastiem apstākļiem, izstrādājot dažādus aizsardzības mehānismus.

Pagaidām ASV un bijušajā PSRS eksperimenti kosmosā nav devuši dzīvības eksistences pierādījumus uz Marsa (ASV stacijas “Viking”), nav arī dzīvības pazīmju uz Mēness, Venēras un Merkūrija, mazvarbūtīga tā ir arī uz planētām gigantiem (Jupitera, Saturna, Urāna) un to pavadoņiem. Saules sistēmā dzīvība, iespējams (?), ir tikai uz Zemes. Saskaņā ar vieniem priekšstatiem, dzīvība ārpus Zemes ir iespējama tikai uz ūdens – oglekļa savienojumu pamata, kas raksturīgi mūsu planētai. Citi priekšstati neizslēdz dzīvības eksistenci uz silīcija – amonjaka (Si, NH<sub>3</sub>) pamata, bet zinātne vēl nepārvalda ārpuszemes dzīvības formu atklāšanas metodes.

Protams, starp “dzīvības būvmateriālu” – organisko savienojumu – eksistenci kosmosā (iespējams, ka atklās arī vēl sarežģītākus savienojumus, piemēram, cukurus un aminoskābes) un pašu “dzīvību” ir milzu distance, bet tomēr tas ir arguments par labu iespējamai dzīvības atklāšanai Visumā, jo balstās uz eksperimentāli novērotiem datiem.

Atzīmēsim arī dažus jaunākos atklājumus. 1994. gada vasarā parādījās ziņa par pirmās aminoskābes atklāšanu kosmosā. 1996. gada augusta sākumā visu pasauli satrauca vēsts, ka ASV zinātnieki atklājuši dzīvības pēdas, pētot kādu meteorītu, kas asteroīda trieciena rezultātā atdalījies no Marsa pirms 16 miljoniem gadu, bet pirms 13 000 gadiem nokritis uz Zemes Antarktīdā, kur tas atrasts 1984. gadā.

Kas attiecas uz tālāko problēmu iespējamo attīstību: “dzīvība kosmosā – civilizācija kosmosā”, tad tur mūsu “Genesis” radīšanas ainas trešās dienas interpretācijas vērtējums ir daudz skeptiskāks, jo saskaņā ar to 3. dienā dzīvība tiek radīta kosmosā (vispārīgā nozīmē, iespējams

pat uz Zemes vēl nepazīstamās formās) un tikai pēc Saules sistēmas izveidošanās (4. diena) dzīvība tiek radīta uz Zemes (5. un 6. diena), no kuras izveidojās Zemes civilizācija. Vai tas nav norādījums uz mūsu civilizācijas unikalitāti? Redzēsim, ka arī daži "ārpuszemes civilizāciju problēmas" aspekti vedina uz šādiem secinājumiem.

#### 4. Civilizāciju izplatība Visumā – īsa problēmas vēsture.

Apdzīvojamo pasaulu daudzējādības ideja – ļoti sena, bija populāra jau antīkajā laikmetā. Analogi motīvi ir atrodamī senajās reliģijās, piemēram, budismā, pasaulu daudzējādību atzina daudzi sengrieķu filozofi.

Anaksagors (500. – 428. g. pr. Kr.) bez heliocentriskās sistēmas vēl uzskatīja, ka Mēness ir apdzīvojams un Kosmosā sastopama panspermija – "dzīvības dīgļi", kas izkaisīti Visumā. Epikūrs (341. – 270. g. pr. Kr.) un viņa filozofiskā skola arī atzina šo koncepciju. Romiešu filozofs Lukrēcijs Kārs (99./95. – 55. g. pr. Kr.) poēmā "Par lietu dabu" saka, ka visa šī redzamā pasaule nepavisam nav vienīgā, citos apgabalos ir citas zemes ar citiem cilvēkiem un dzīvniekiem.

Ģeocentriskā pasaules sistēma (Aristoteļa – Ptolemaja sistēma), kas atzina Zemes un cilvēces centrālo, unikālo lomu Kosmosā, valdīja Eiropā viduslaikos, apmēram 15 gadsimtus līdz Reformācijas un Jauno laiku zinātnes sākumam (XVI gs.).

Kopernika "heliocentriskais apvērsums" (viņa grāmata "Par debess sfēru (ķermeņu) griešanos" iznāca 1543. g.) apgāza ģeocentrisko sistēmu. Zeme kļuva par ierindas planētu, un daudzu apdzīvojamo pasaulu ideja atkal ieguva zinātnisku pamatu. Džordano Bruno (1548 – 1600) gāja vēl tālāk par Koperniku un savā dialogā "Par bezgalīgo pasauli un debesu ķermeņiem" viņš rakstīja: "Būtu savādi domāt, ka debesu ķermeņi ir tikai tā gaisma, kuru tie sūta uz Zemi. Daudz ticamāk, ka arī šīs pasaules apdzīvo tādas pat vai vēl augstākas attīstības pakāpes būtnes kā uz Zemes."

Turpmākajos četros gadsimtos (XVI – XIX gs.) apdzīvojamo pasaulu daudzējādības ideja kļuva valdošā, līdz XIX gs. vispārpieņemts bija uzskats par Kosmosa visaptverošo (totālo) apdzīvotību. I. Ņūtons un V. Heršels uzskatīja pat Sauli par apdzīvojamo, tikai reti zinātnieki XIX gadsimta vidū vērsās pret šo ideju.

Pēdējā – XX gadsimta laikā apdzīvojamo pasaulu daudzējādības koncepcijā vērojama jau par valdošo kļuvusi tendence – sistemātiski samazinās to kosmisko objektu skaits, kurus uzskata par derīgiem apdzīvošanai.

#### 5. Vienlaicīgi eksistējošu, augsti attīstītu civilizāciju skaita novērtējums mūsu Galaktikā.

Izmanto vairākas novērtējumu formulas. Pazīstamākā ir Dreika formula, kura vienkāršākajā variantā ir šāda:

$$N = n \times P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times t_1 / T,$$

kur

N – augsti attīstīto civilizāciju skaits mūsu Galaktikā, kuras eksistē vienlaicīgi ar mūsējo;

n – pilnais zvaigžņu skaits mūsu Galaktikā ( $n = 10^{11} = 100$  miljardi);

$P_1$  – varbūtība faktam, ka zvaigžnei ir planētu sistēma;

$P_2$  – dzīvības rašanās varbūtība uz planētas;

$P_3$  – varbūtība tam, ka šī uz kādas planētas radusies dzīvība kļūs "saprātīga";

$P_4$  – varbūtība tam, ka šī “saprātīgā” dzīvība ieies “tehnoloģijas ērā” (lai varētu uzturēt starpzvaigžņu sakarus!);  
 $t_1$  – vidējais “tehnoloģijas ēras” ilgums (piemēram,  $t_1 = 10^3 - 10^4$  g);  
 $T$  – mūsu Galaktikas vecums ( $T = (9-11) \times 10^9$  gadu = 9–11 miljardi gadu).

Skaitliskie novērtējumi.

Ungāru pētnieks G. Marks 1981. g., ievietojot ļoti “optimistiskas” varbūtības  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 100\% = 1$ , iegūst ar nedaudz sarežģītāku formulu, ka:

- 1) Lai attīstītās civilizācijas varētu uzturēt radiosakaru dialogu, tad “tehnoloģijas ēras” garumam jābūt  
 $t_1 \geq 2 \times 10^4$  gadu = 20 000 gadu;
- 2) vienlaicīgi eksistējošo augsti attīstīto civilizāciju skaits tad iznāk  
 $N = 10^{-2 \pm 3} \times t_1 \sim (0.2 - 200 - 20000)$  civilizāciju.
- 3) Pazīstamais padomju astrofiziķis J. Šklovskis (И. С. Шкловский) pieturoties pie daudz “pesimistiskākiem” varbūtību  $P_1 - P_4$  novērtējumiem (1976. g.), uzskata, ka  
 $N \leq 1000$  civilizācijām

un attālumi starp tām 1–3 megaparseki – radiosakari nereāli!

## 6. Mūsu civilizācija – unikāla Visumā?

Astrofiziķis J. Šklovskis 1976. g. publicēja rakstu:

“О возможности уникальности разумной жизни во Вселенной” (Вопросы философии, н. 9 (1976) стр. 80.-93.), kas tajā laikā izsauca zināmu rezonansi un ir aktuāls vēl tagad – pēc vairāk nekā 20 gadiem.

Apskatījis ārpuszemes civilizāciju problēmas vēsturi, devis to skaita “pesimistisku” novērtējumu ( $N \leq 1000$ ), viņš tālāk analizē jautājumu no humanitāri futuroloģiska redzes viedokļa. Saprātīgai dzīvībai (civilizācijai) savā attīstībā ir vairākas alternatīvas. Tā var:

- 1) Tiekties pēc neierobežotas ekspansijas. Savas planētas (Zemes) ierobežoto izmēru un resursu dēļ tādas ekspansijas sekas drīz vien būtu nepieciešamība apgūt apkārtējo kosmisko telpu.
- 2) Civilizācijas turpmākā attīstības stratēģija var arī mainīties, ekspansijas periodiem var sekot “intereses zudums” par Kosmosu, vēlēšanās veidot “lokālo paradīzi” bez attīstības. Bet tāds ceļš ir iespējams tikai daļai civilizāciju, pārējām turpinot ekspansiju.
- 3) Kosmiskās ekspansijas rezultātā civilizācija vispirms apgūst savas zvaigznes planētu sistēmas resursus (I tipa civilizācija), piemēram, Saules sistēmu – 500 – 2500 gados, tad savu zvaigžņu sistēmu – Galaktiku (II tipa civilizācija) – apmēram 10 miljonus gadu un beidzot sāk “kolonizēt” visu Metagalaktiku (ne mazāk kā 10–20 miljardos gadu – Metagalaktikas vecums!).
- 4) Tad mums būtu jānovēro šīs “saprātīgās kosmiskās darbības” redzamās sekas, t.s. “kosmiskie brīnumi”.

Bet tādu “kosmisko brīnumu” nav. Tādu nav bijis līdz 1976. gadam, nav arī tagad. Arī visas kopš 1960. g. realizētās SETI (Search of Extraterrestrial Intelligence) programmas līdz šim bijušas bez rezultātiem.

J. Šklovskis gala secinājums:

Koncepcija, ka “mēs” esam vieni (vai praktiski vieni) visā Galaktikā vai pat Metagalaktikā, pašlaik ir labāk pamatota nekā pretējie uzskati. Tas uzliek lielu “morālu nozīmi” mūsu rīcībai “kā matērijas avangardam”!

PSRS laikā valdošās materiālisma ideoloģijas apstākļos viņš arī neko citu nevarēja atļauties pateikt.

## 7. Bībeles 6 dienu pasaules radīšanas ainas ģeocentriskā simetrija.

Grāmatā: В. И. Ильин. "Шесть дней творения. Библия и наука о происхождении мира" (Париж, "Имка-Пресс", 1930. г.) (skat. nr. 3 literatūras sarakstā) apskatīta ļoti interesanta un dziļa iekšēja likumsakarība, kas atklājas radīšanas ainas 6 dienās. Nosauksim to par pasaules radīšanas ainas "ģeocentrisko simetriju", jo autors pieturas pie tradicionālās radīšanas ainas interpretācijas – zeme tiek radīta un veidota pakāpeniski, no 1. līdz 3. dienai.

V. Iljins uzskata, ka pirmā, otrā, trešā utt. radīšanas diena nebūt nenozīmē tikai to kārtas numerāciju. Radīšanas dienas – tie ir simboli, tēli. Tie veido divus sevī noslēgtus ciklus, katru ar savu laiku (hronoloģiju). Radīšanas dienas – tie ir pasaules konkrētās materiālās esamības noteiktu formu radīšanas (rašanās) periodi.

Bībeles kosmogonija tad sadalās divās triādēs: 1., 2., 3. diena un 4., 5., 6. diena. Katra triāde ietver vienu sākuma "astronomisko" dienu un divas "biogeocentriskās" dienas. Starp abām dienu triādēm ir skaidri redzams paralēlisms un atbilstība.

Radīšanas dienu "ģeocentriskā simetrija" pēc V. Iljina:

Pirmā triāde	Otrā triāde
1. diena – debess un zemes haosa, gaismas un ūdeņu radīšana.	4. diena – lielo spīdekļu un zvaigžņu radīšana.
2. diena – ūdeņu sadalīšana un izplatījuma radīšana.	5. diena – jūras dzīvnieku, rāpuļu un putnu radīšana.
3. diena – sauszemes, jūras un augu radīšana.	6. diena – sauszemes dzīvnieku un cilvēka radīšana.

Tātad pirmajam radīšanas aktam (dienai) atbilst ceturtais. Otrajai dienai, kad tika radīti apstākļi jūras dzīvnieku eksistencei, atbilst piektā diena, un tieši tāpat trešajai dienai atbilst sestā. Mūsu priekšā, kā raksta V. Iljins, ir likumsakarīgi cikli, nevis stingri secīgu notikumu sīzeta kodols. Šie cikli raksturo "lietu iekšējās esamības topošās būtības tēlu".

## 8. Ģeocentriskās simetrijas un mūsu interpretācijas kosmoloģiskās simetrijas salīdzinājums.

Pēc V. Iljina ģeocentriskās simetrijas:

1. diena: Visums vispār, ieskaitot arī Zemi.	4. diena: Spīdekļi – Saule, Mēness, zvaigznes (arī planētas).
2. diena: Ūdeņu sadalīšana.	5. diena: Dzīvība (apakšējos) ūdeņos – jūrās uz Zemes.
3. diena: Sauszeme, jūra, augi uz Zemes.	6. diena: Dzīvība un cilvēks uz sauszemes.

Mūsu interpretācijā – kosmoloģiskā simetrija:

1. diena: Daudzi Visumi (inflācijas kosmoloģija)	4. diena: "Mazais kosmos" – mūsu Galaktika, Saules sistēma, Zeme.
2. diena: Mūsu Visuma, kas atbilst antropajam principam, izplešanās sākums.	5. diena: Kosmiskās dzīvības realizācija uz Zemes.
3. diena: Kosmiskā matērija ("jūra", "sauszeme") mūsu Visumā un dzīvība ("zaļā zāle") pēc antropā principa.	6. diena: Kosmiskās dzīvības augstākās formas, cilvēka, radīšana uz Zemes.

## **XV. Pasaules radīšanas ceturrtā diena un debess ķermeņu kosmogonija.**

1. Radīšanas 4. diena, galaktiku, zvaigžņu un Saules sistēmas kosmogonijas hronoloģija.
2. Visums pēc Lielā Sprādziena pirms zvaigznēm un galaktikām.
3. Galaktiku un zvaigžņu veidošanās – vispārīgs apskats.
4. Teorētiskie priekšstati par zvaigžņu veidošanos.
5. Īss Saulei līdzīga tipa zvaigžņu veidošanās stadiju kopsavilkums.
6. Hipotēzes par Saules sistēmas izcelšanos.
7. Iespējamā Saules sistēmas planētu attīstības shēma.
8. Dubultplanētas Zeme – Mēness veidošanās.
9. Zemes atmosfēras un okeānu izveidošanās.
10. Saules sistēma mūsu dienās.
11. Pasaules harmonijas meklējumi Saules sistēmas uzbūvē.
12. Betlēmes zvaigzne.

### Literatūra.

1. И. А. Климишин. Астрономия наших дней. Москва, "Наука", 1986.
2. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. Москва, 1986.
3. Л. Э. Гуревич, А. Д. Чернин. Происхождение галактик и звезд. Москва, "Наука" 1987.
4. О. Г. Сорохтин, С. А. Ушаков. Глобальная эволюция Земли. Издательство Московского Университета, 1991.
5. Uuras Saarnivaara. Can the Bible Be Trusted? (Minneapolis, 1983) p. 547. – 548.

## 1. Radišanas ceturtnā diena un galaktiku, zvaigžņu, Saules sistēmas kosmogonijas hronoloģija.

- "14. Un Dievs sacīja: "Lai top spīdekļi debess izplatījumā; tie lai atšķir dienu no nakts un lai ir par zīmēm, kas sadala laiku dienās un gados,
15. Un ir par spīdekļiem debess izplatījumā, kas spīd pār zemi." Un tā notika.
16. Tad Dievs radija divus lielus spīdekļus: lielāko spīdekli, lai tas valdītu pār dienu, un mazāko, lai tas valdītu pār nakti, kā arī zvaigznes.
17. Un Dievs lika tos debess izplatījumā, lai tie spīdētu pār zemi
18. Un valdītu pār dienu un nakti un lai šķirtu gaismu no tumsas. Un Dievs redzēja to labu esam.
19. Un tapa vakars un rīts – ceturtnā diena."

(Gen. 1:14–19).

Pēc kosmoloģijas datiem, nosacīti pieņemot Lielā Sprādziena (Visuma sākuma) laiku  $t_0=15 \times 10^9$  gadu = 15 miljardi gadu atpakaļ, varam novērtēt debess ķermeņu veidošanās (kosmogonijas) hronoloģiju.

Pirmie debess ķermeņi ("pirmās paaudzes zvaigznes") – veidojās 1 – 3 miljardi gadu pēc Lielā Sprādziena jeb 14 – 12 miljardi gadu atpakaļ. Tās ātri sabruka, taču to sastāvā bija ķīmiskie elementi, kas bija smagāki par He, un šo zvaigžņu sabrukuma produkti iegāja "otrās paaudzes zvaigžņu" sastāvā, kur smagāko elementu nukleosintēze turpinājās.

Mūsu Galaktikas vecumu novērtē uz 9 – 11 miljardiem gadu.

Saules sistēmas vecumu novērtē uz 4.6 miljardiem gadu.

Saules tipa zvaigžņu vecums ~5 miljardi gadu. Pati Saule varbūt ir par 1 – 2 miljardiem gadu vecāka par Saules sistēmu (planētām)?

Izkliedēto zvaigžņu kopu vecuma novērtējums: visvecākās 4.5 – 8 miljardi gadu, visjaunākās – 1 miljons gadu.

Lodveida zvaigžņu kopu, kuras uzskata par visvecākajām, vecuma novērtējums ir 9 – 15 miljardi gadu (ar kļūdu 2 – 3 miljardi gadu).

Mēs nosacīti pieņemsim, ka ceturtnā radišanas diena:

**No 5 miljardiem līdz 11.5 miljardiem gadu pēc Lielā Sprādziena,  $(10-3.5) \times 10^9$  gadu atpakaļ (līdz dzīvības sākumam uz Zemes).**

## 2. Visums pēc Lielā Sprādziena pirms zvaigznēm un galaktikām.

Pie augstās temperatūras un blīvuma "agrīnajā Visumā" nebija ne zvaigžņu, ne galaktiku. Pēc pirmajām 300 sekundēm jeb 5 minūtēm Visumā – ūdeņraža (H) un hēlija (He) atomu kodoli (attiecīgi 75% un 25%), elektroni un fotoni sajaukti kopā. Pat smagāku atomu kodoli (bez H, He sintezējās vēl ļoti niecīgi daudzumi Li, Be, B kodolu) tad vēl neeksistēja, neitrāli atomi radās tikai miljons gadu pēc Lielā Sprādziena. Tātad līdz tam Visumā nebija nekādu sarežģītāku, saistītu struktūru veidojumu.

Bet pilnīgs "bezstruktūriskums", ideāla homogenitāte un izotropija visos mērogos, tomēr, kā uzskata, nebija iespējama. Kaut kādas novirzes no homogenitātes un izotropijas, iespējams, eksistēja vienmēr un tās aptvēra ievērojamas vielas masas, kas atbilst novērojamo kosmisko sistēmu masām – no zvaigznēm līdz pašām lielākajām galaktiku kopām un superkopām. Pirmszvaigžņu, pirmsgalaktiskā Visuma struktūras elementi bija vāji un izplūduši vides "negludumi" (izciļņi, neregularitātes), kurus fizikā pieņemts saukt par mazām perturbācijām – mazām novirzēm no kāda vidēja līdzsvara stāvokļa.

Ar ko sākās zvaigžņu un galaktiku veidošanās process – ar vismazākajiem (atsevišķas zvaigznes) vai arī vislielākajiem (piemēram galaktiku superkopa) ķermeņiem? šajā jautājumā pagaidām nav vienota redzes viedokļa.

Daudz kas norāda uz to, ka vispirms sāka izdalīties lielas vielas masas, kas ir salīdzināmas ar galaktiku kopu un superkopu masām. Pēc tam sākās šo masu sadalīšanās (fragmentācija) un to iekšienē pakāpeniski izveidojās (saformējās) visa astronomisko sistēmu hierarhija.

Saskaņā ar otro redzes viedokli vispirms radās kādi mazāki ķermeņi, kuri pēc tam sargrupējās un veidoja lielāka mēroga ķermeņus. Pirmie ķermeņi Visumā varēja būt objekti ar apmēram miljona Saules masām. Pakāpeniski apvienojoties, tie veidoja galaktikas. Galaktiku apvienības savukārt veidoja galaktiku kopas. Daži no šiem sākotnējiem ķermeņiem ir saglabājušies līdz mūsu dienām (lodveida zvaigžņu kopas mūsu Galaktikā un citās galaktikās).

### 3. Galaktiku un zvaigžņu veidošanās.

Tāda kosmogoniska teorija ir vēl vāji izstrādāta!

Visuma pirmo sekunžu un pirmā gadu miljona vēsture ir izpētīta daudz labāk.

Uzskata, ka galaktikas veidojušās, saspiežoties (kondensējoties) gāzu mākoņos. Ir divas versijas:

- 1) Adiabātisko perturbāciju teorija – Visumam izplešoties, radās ļoti mazas blīvuma nehomogenitātes, kuru pieaugums rada varenus triecienviļņus, kas saspiež gāzi mākoņos ar masu ap  $10^{13}$  –  $10^{15}$  Saules masām. Mākoņiem atdziestot, tie sabrūk par sabiezējumiem, no kuriem rodas galaktikas un zvaigžņu kopas.
- 2) "Fotonu virpuļu" teorija – uzskata, ka agrajā Visuma izplešanās stadijā viela Visumā bija turbulenta (virpuļu) stāvoklī, reliktais starojums kopā ar plazmu veidoja milzīgus "fotonu virpuļus", no kuriem radās vielas blīvuma nehomogenitāte, no kuras savukārt veidojās galaktikas.

Akadēmiķis V. Ambarcumjans uzskatīja, ka galaktikas un to spirāļu zari rodas no vielas, kas ietverta galaktiku kodolos, kuros kopā ar zvaigznēm vēl ir ievērojams daudzums "pirmszvaigžņu vielas".

Zvaigznes, kā uzskata, veidojas milzīgu gāzes mākoņu gravitācijas kondensācijas (t.i., to saspiešanās gravitācijas spēku iedarbībā) rezultātā. Zvaigzne savas veidošanās sākuma stadijā iziet vairākus posmus, tad seko samērā stabils un ilgs kodoltermisko reakciju posms (Saulēi  $\sim 10^{10}$  gadu).

Zvaigznes rodas galaktikās to attīstības vairākos posmos. Uzskata, ka galaktikas pārdzīvo vairākus intensīvus zvaigžņu veidošanās ciklus.

Zvaigžņu veidošanās – tas ir zvaigžņu dzimšanas process no galaktiskās gāzes, tā ir viena no modernās astrofizikas fundamentālajām problēmām. Mūsu Galaktikā ir sastopamas vairākas zvaigžņu populācijas (paaudzes). Katrai no tām ir savi tipiskie fizikālie parametri, ķīmiskais sastāvs un sadalījums telpā. Šo zvaigžņu dažādo populāciju eksistenci izskaidro ar:

- 1) zvaigžņu nepārtrauktu dzimšanu (dažādās paaudzēs ir dažāds zvaigžņu vecums);
- 2) zvaigžņu īpašību izmaiņu laikā (zvaigžņu evolūcija).

Katra zvaigžņu populācija glabā to nosacījumu un fizikālo apstākļu pēdas, kādi bija Visumā to dzimšanas periodā. Zvaigžņu to populāciju vecums ir cieši saistīts ar to ķīmisko sastāvu.

Laika periodā, kad radās pirmās zvaigznes, protogalaktiskais gāzu mākonis sastāvēja no ūdeņraža (ap 75%) un hēlija (ap 25% pēc masas) un,



kā uzskata, bija ar aptuveni sfēriskas formas tilpumu. Savas evolūcijas beigās (pēc to bojā ejas) pirmās paaudzes zvaigznes bagātina starpzvaigžņu gāzi ar ķīmiskiem elementiem, kas smagāki par H un He, tāpēc vēlāk, nākamajās paaudzēs dzimušās zvaigznes ir relatīvi bagātākas ar smagākiem ķīmiskiem elementiem. Visvecākās zvaigznes, kas dzimušas Galaktikas sākumā, pieder pie Galaktikas sfēriskās apakšsistēmas (apgabala), kuram ir raksturīga spēcīga zvaigžņu koncentrācija virzienā uz Galaktikas centru. Jaunākas zvaigznes koncentrējas Galaktikas plaknē, jo gāze, no kuras tās veidojās pakāpeniski "nosēdās" šai plaknē. Galaktikas griešanās un centrālās spēku darbības dēļ šī gāze nevarēja pietiekami efektīvi saspiesties pie Galaktikas rotācijas ass.

Visjaunākie objekti Galaktikā koncentrējas galaktiskās plaknes tiešā tuvumā (to vidējais attālums no šīs plaknes ir ļoti mazs), un tiem ir neliela, salīdzinot ar vecākiem objektiem, ātrumu izkliede (dispersija). Zvaigžņu veidošanās procesi Galaktikā notiek arī vēl tagad. Par to liecina masīvu, karstu (jaunu) O un B spektrālo klasu zvaigžņu klātbūtne Galaktikas spirāļu zaru iekšējās malās, kur ir paaugstināta gāzes un putekļu koncentrācija, kā arī spēcīgu infrasarkanā starojuma avotu eksistence starpzvaigžņu udeņraža mākoņos. Šie avoti varētu būt jaunas zvaigznes t.s. "zvaigznes kokona" stadijā. "Zvaigznes kokons" – tā ir dzimstoša zvaigzne, kuru aptver optisko izstarojumu (gaismu) necaurļaidīga gāzes – putekļu čaula. Šo objektu vecumu vērtē ap  $10^5 - 10^7$  gadu.

Visi vecuma indikatori Galaktikā norāda, ka tās zvaigžņu vecums ir robežās:

$15 \times 10^9$ g.	nnn	$1 \times 10^5$ g.
15 miljardi gadu		100 tūkstoši gadu.

#### 4. Teorētiskie priekšstati par zvaigžņu veidošanos.

Zvaigžņu veidošanās process sākas ar plašu aukstu (atdzisušu) starpzvaigžņu gāzes mākoņu fragmentāciju (sadališanos) gravitācijas spēku iespaidā. Šī procesa pamatā ir tā saucamā gravitācijas nestabilitāte.

Gravitācijas nestabilitāte – tā ir starpzvaigžņu gāzes vielas blīvuma un ātruma perturbāciju (mazu noviržu no attiecīgo lielumu vidējām vērtībām) pieaugums gravitācijas spēku iedarbībā. Ja sākumā (miljons gadu pēc Lielā Sprādziena) viela kosmiskajā telpā ir sadalīta homogēni, tad gravitācijas nestabilitātei ir jānovēd pie vielas sabiezējumu rašanās. Gravitācijas nestabilitāti uzskata par galaktiku, galaktiku kopu, zvaigžņu un zvaigžņu kopu veidošanās cēloni. Gravitācijas nestabilitātes ideju izvirzīja jau Nūtons 1692. gadā, bet tās teorijas matemātiskā izstrāde sākās pēc angļu fiziķa Džeimsa Džīnsa darba 1902. gadā.

Homogēns (vai tuvu homogēnam) vielas sadalījums gravitācijas spēku klātbūtnē ir nestabils attiecībā pret tā sabrukumu uz atsevišķiem sabiezējumiem (fragmentiem) ar lielāku blīvumu, jo šo procesu pavada potenciālās enerģijas samazināšanās. Gravitācijas potenciālā enerģija saspiestās procesā pāriet saspiestās vielas kinētiskajā enerģijā, kura tālāk var pāriet siltumā un tikt izstarota.

Gravitācijas spēkiem pretim darbojas gāzes vielas elastība (gāzes spiediena spēki), ko nosaka spiediena gradients (izmaiņa) un, iespējams, arī citi negravitācijas rakstura spēki (elektromagnētiskie, centrālās spēku, kuras izsauc sabiezējuma griešanās u.c.). Attiecība starp gravitācijas spēkiem un spēkiem, kas tiem darbojas preti ir atkarīga no dzimstošā sabiezējuma izmēriem. Homogēnai videi gravitācijas spēki ir

proporcionāli sabiezinājuma izmēriem  $l$ , bet, piemēram, elastības spēki, kas saistīti ar spiediena gradientu, ir proporcionāli  $1/l$  (spiediena gradients ir jo lielāks, jo mazākā attālumā notiek spiediena izmaiņa par doto lielumu). Tāpēc pie lieliem sabiezinājuma izmēriem  $l$  gravitācijas spēki ir lieli, salīdzinot ar elastības spēkiem, un lielu izmēru sablīvējums saspiežas. Un otrādi, pie maziem sablīvējuma izmēriem  $l$  gravitācijas spēki ir mazi, salīdzinot ar elastības spēkiem. Gāzes elastības spēki noved pie paaugstināta blīvuma sablīvējuma izplešanās – rodas svārstības, kas ar skaņas ātrumu izplatās apkārtējā vielā. Tātad šī starpzvaigžņu gāzes vide ir stabila (noturīga) attiecībā pret tās sabrukumu uz atsevišķiem sīka mēroga sabiezinājumiem (fragmentiem) un ir nestabila (nenoturīga) pret lielu izmēru sabiezinājumu (fragmentu) veidošanos.

Aplūkojot tikai gravitācijas un vides elastības spēkus, var atrast kritiskos izmērus  $l_{Dz}$ , kas atdala vides stabilitātes apgabalu no gravitācijas nestabilitātes apgabala:  $l_{Dz}$

$$l_{Dz} \approx V_S \sqrt{\frac{\pi}{\gamma \times \rho}}$$

kur:  $V_S$  – skaņas ātrums vidē,

$\rho$  – vielas blīvums,

$\gamma$  – gravitācijas konstante.

$l_{Dz}$  – Džinsa viļņa garums, nosaka izmērus, kad var sākties fragmentācija. Analogi var atrast, ka starpzvaigžņu gāzes mākonī fragmentācija kļūst iespējama, ja fragmentu, kas izdalās, masa pārsniedz kritisko vērtību  $m_{Dz}$ , kuru sauc par Džinsa masu:

$$m_{Dz} = \left( \frac{k \times T}{\gamma \times m_H} \right)^{\frac{3}{2}} \times \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

kur:  $T$  – vielas (gāzes) temperatūra,

$k$  – Bolcmaņa konstante,

$m_H$  – H atoma masa.

Gāzes mākoņa fragmentam ar tādu masu gravitācijas spēku darbība gūst virsroku pār gāzes spiediena (elastības) spēkiem, un mākonis sāk saspiešties.

Protozvaigznes veidošanās.

Ja starpzvaigžņu gāzes mākoņa fragments (sabiezinājums) ir masīvs ( $m \gg m_{Dz}$ ), tad tajā pakāpeniski izdalās centrālā blīvā daļa. Šīs centrālās daļas temperatūra, neraugoties uz tās blīvuma pieaugumu, paliek zema, jo gāze intensīvi atdziest – siltumu, kas izdalās pie saspiešanās, aiznes gāzes molekulu starojums. Gāzes blīvumam sasniedzot kādu noteiktu pakāpi, kļūst efektīvas (nozīmīgas) gāzes molekulu sadursmes ar putekļu daļiņām, kuru rezultātā arī putekļu daļiņas iegūst gāzes temperatūru. Putekļu atomu un molekulu starojums garo infrasarkanā diapazonā aiznes ievērojamu enerģijas daudzumu un notur gāzi aukstu, tās saspiešanās notiek gandrīz izotermiski (pie konstantas temperatūras). No Džinsa masas  $m_{Dz}$  izteiksmes seko, ka tādā gadījumā (pie  $T = \text{const}$ ) Džinsa masa  $m_{Dz}$  līdz ar blīvuma  $\rho$  pieaugumu samazinās un kādā momentā blīvā mākoņa daļa atkal var sadalīties uz atsevišķiem, ar gravitācijas spēkiem saistītiem fragmentiem ar masu, kas tuvas  $m_{Dz}$  dotajā saspiešanās stadijā.

Katrs no tādā veidā dzimušajiem fragmentiem (sabiezinājumiem) atkal saspiežas savas gravitācijas ietekmē un, kad lielums  $m_{Dz}$  tam atkal kļūst daudz mazāks par tā masu, tas savukārt sabrūk uz sīkāku fragmentu grupu. Šo procesu sauc par hierarhisko jeb kaskādu fragmentāciju. Tas turpinās tik ilgi, kamēr kādā posmā (kaskādē) gāzes blīvums nekļūst tik

liels, ka kārtējie fragmenti jau būs necaurspīdīgi (necaurlaidīgi) elektromagnētiskajam starojumam, kas aiznes izdalījušos siltumu. Tālāko starojuma necaurlaidīgo fragmentu saspiešanos pavada temperatūras  $T$  pieaugums, kas noved pie  $m_{D_2}$  palielināšanās un tātad pie tālākas fragmentācijas pārtraukšanas. Pēdējā fragmentu sērija tad arī ir protozvaigznes – starojumu necaurlaidīgas gāzes masas, kurās gravitācija tiek līdzsvarota ar iekšējo spiedienu.

Aprēķini rāda, ka gāzei šādā fragmentā sasniedzot necaurlaidības stāvokli, izveidojušās protozvaigznes masa ir pilnīgi noteikts lielums, kas ir tuvs novērojāmām zvaigžņu masām, kas ir viens no svarīgākajiem mūsdienu zvaigžņu veidošanās teorijas rezultātiem. Teorija izskaidro arī, kāpēc dzimstošo zvaigžņu masas nevar būt pārāk lielas. Dabīgi ir pieņemt, ka sākumā protozvaigznē starojuma necaurlaidīga kļūst tās centrālā daļa – protozvaigznes kodols. Uz kodolu krīt protozvaigznes čaulā palikusī gāze, kas pakāpeniski palielina tās kodola masu (akkrēcijas process).

Pieaugot protozvaigznes masai, ātri pieaug tās kodola spīdība (pilnais enerģijas daudzums, ko laika vienībā izstaro kodola virsma) un kādā noteiktā posmā (ja protozvaigznes čaula bija masīva un uz kodolu nokritis pietiekami daudz vielas) kodola spīdība kļūst tik liela, ka starojums, sasildot gāzi čaulā, izkļiedē to starpzvaigžņu telpā (“aizpūš prom”). Līdz ar to tālākais protozvaigznes kodola masas pieaugums izbeidzas un tā galīgi pārvēršas par zvaigzni.

## 5. Īss Saulei līdzīga tipa zvaigžņu veidošanās stadiju kopsavilkums.

Apskatām dažus skaitļus, kas raksturo Saulei līdzīga tipa zvaigžņu veidošanos saskaņā ar C. Štalera, F. Šu, R. Taama aprēķiniem 1980. gadā:

- 1) Sākotnējā gāzes mākoņa fragmenta (sabiezīnājuma) dati:
  - a) sabiezīnājuma rādiuss  $R=10^{17}$  cm  $\sim 0.1$  gaismas gads ( $1 \text{ g.g.} = 9.46 \times 10^{17}$  cm);
  - b) sabiezīnājuma blīvums  $\rho = 10^{-20}$  g/cm<sup>3</sup>;
  - c) sabiezīnājuma temperatūra  $T = 50^{\circ}$  K.
- 2) Laiks, kurā sabiezīnājums saspiežas 2 reizes:  $t_1 = 1$  miljons gadu.
- 3) Protozvaigznes kodola dati: 1000 gadu pēc kodola izveidošanās tā masa  $M = 0.01 M_{\text{Saules}}$  un rādiuss  $R = 3.45 R_{\text{Saules}}$ .
- 4) Protozvaigznes čaulas vielas krišanas (akkrēcijas) uz kodolu izbeigšanās – pēc 100 000 gadiem. Tad:  $M = M_{\text{Saules}}$ ,  $R = 4.72 R_{\text{Saules}}$ , spīdība  $L = 66 L_{\text{Saules}}$ ,  $T_{\text{eff}} = 7310^{\circ}$  K.
- 5) Pēc 25 miljoniem gadu temperatūra kodola centrā sasniedz  $T = 14 \times 10^6$  K un sākas pamata kodoltermisko reakciju cikls ar ūdeņraža pārvēršanos hēlijā.
- 6) Vēl pēc 25 miljoniem gadu zvaigznes “pārkārtošanās” izbeidzas, tā iziet uz zvaigžņu evolūcijas diagrammas (Hercšprunga–Ressela diagrammas) galveno zaru – sākas zvaigznes “normālā dzīve”. Pilnais protozvaigznes saspiešanās laiks un zvaigznes evolūcijas sākuma periods līdz tās “normālās dzīves” sākumam  $t_2 = 50 \frac{M^2}{R^2 L}$  miljoni gadu, kur  $M$ ,  $R$ ,  $L$  – apskatāmās zvaigznes masa, rādiuss un spīdība attiecīgo Saules parametru vienībās.
- 7) Zvaigznes “dzīves laiks” uz H. – R. diagrammas “galvenā zara”  $t_3 = 10^{10} \frac{M}{L} \approx \frac{10^{10}}{L}$  gadu ( $M$ ,  $L$  – Saules vien.). Saulei  $t_3 = 10$  miljardi gadu! Tātad Saulei vēl priekšā 5 miljardi gadu “normālas dzīves”.

## 6. Hipotēzes par Saules sistēmas izcelšanos.

- 1) Visu Visumu aizpilda visur iekļūstošs šķidrums, kura daļiņas atrodas virpuļveida kustībā, katra planēta savā virpuļī – pirmā zinātniskā hipotēze: R. Dekarts (1644. gads). Mūsdienās “modernizētu” virpuļu teoriju planētu kosmogonija izmantoja Ter Haars (1938. gads), K. Veiczekers (1944. gads).
- 2) Planētas cēlušās no vielas, ko izsviedusi Saule, satiekoties ar kādu komētu (Biffons – 1745. gads) vai citu zvaigzni (Bikertons – 1878. gads, Džinss – 1916. gads).
- 3) Saule un planētas ir cēlušās pirmatnējā haosā esošās matērijas pievilkšanās un atgrūšanās spēku darbības rezultātā – I. Kanta hipotēze grāmatā: “Vispārējā dabas vēsture un debess teorija” (1755. gads).
- 4) Saule veidojusies no milzīga, lēni rotējoša sakarsēta mākoņa, kuram griežoties atdalījās gredzens, kas atdzisa, sadalījās par sabiezinājumiem – nākošajām planētām. Tā ir P. Laplasa hipotēze, izvirzīta grāmatā: “Pasaules sistēmas izklāsts” (1796. gads).
- 5) Saule cēlusies no dubultzvaigznes, kuras vienu zvaigzni sadragājusi kāda nejauši garāmejoša zvaigzne. No sadragātās zvaigznes “materiāla” izveidojās planētas. (G. Ressels, 1935. gads). šīs hipotēzes modifikācijas:
  - a) Saules sistēma veidojusies no trīskāršas zvaigznes, kur divas sadūrušās, veidojot “celtniecības materiālu” (R. Litltons, 1936. gads);
  - b) Saule – dubultzvaigzne, kur viena zvaigzne eksplodējusi (pārnova) un atstājusi sistēmu (F. Hoils, 1944. gads)

Katra hipotēze – labi izskaidro daļu novērojumu, pārējos – neapmierinoši.

Katrai apmierinošai hipotēzei ir jāatrisina jautājums:

“Kur cēlusies viela, no kuras ar laiku izveidojās planētas?”

Iespējami 3 atbilžu varianti:

- 1) Planētas veidojās no tā paša gāzes–putekļu mākoņa kā Saule (Kanta hipotēze);
- 2) Šo mākonī satvēra Saule, tai griežoties ap Galaktikas centru (O. Šmits);
- 3) Mākonis atdalījās no Saules tās attīstības procesā (Laplass, Džinss).

Vairumam pētnieku mūsdienās visticamākā liekas pirmā atbilde – Kanta hipotēze “mūsdienu variantā”.

## 7. Iespējamā Saules sistēmas planētu attīstības shēma.

Saule un planētas veidojās (pēc zinātniski “visticamākās versijas”) no viena un tā paša gāzes–putekļu mākoņa apmēram pirms 5 miljardiem gadu:

1) Mākoņa centrā izveidojās sabiezinājums – “protosaule” –, kas lēni saspiedās, pārejai mākoņa daļai lēni rotējot ap to.

2) Ap “protosauli” izveidojās izstiepts gāzes–putekļu disks, kurā notiek intensīva vielas konvekcijas un turbulenta kustība, kas to atdziest.

3) Diskam saspiežoties un sasniedzot kritisko blīvumu, tās gravitācijas spēku nestabilitātes dēļ nevar ilgi atrasties līdzsvarā, tāpēc tas atkal sadalās par atsevišķiem sabiezinājumiem salīpot putekļiem kopā lielākās daļiņās un tālāk veidojot cietus ķermeņus, tā saucamās “planetezīmāles” (ieveda amerikāņu geologs T. Čemberlins 1901. gadā).

Putekļu sabiezējuma pārvēršanās cieto daļiņu spietā, attālumos no "protosaules" līdz tagadējās Zemes orbītai (sīkās "planetezimāles") notiek apmēram 10 000 gadu laikā.

Tas pats process attālumos līdz Jupitera orbītai (lielās "planetezimāles") notiek apmēram 1 miljona gadu laikā.

4) Notiek attīstība un izveidošanās:

"protosaule" → Saule;

"planetezimāles" – savstarpējās sadursmēs dažas sadrūp, dažas aug un izveidojas par planētām;

Zemes izaugšana līdz tagadējiem apmēriem norisa aptuveni 100 miljonu gadu laikā.

5) Zemes izveidošanās sākumā tās temperatūra  $T_{\text{virsmas}} \sim 300^{\circ}\text{K}$ ,  $T_{\text{centrā}} \sim 800^{\circ}\text{K}$ . Zemei saspiežoties un sabrūkot radioaktīvajiem elementiem, tās dzīles sasila, daži apgabali – līdz kušanas temperatūrai. Smagie ķīmiskie elementi un to savienojumi ieģrima garozā, vieglie elementi un to savienojumi cēlās augšup.

Vecāko Zemes iežu vecums (Karēlijā un Āfrikā) – 3.6 miljardi gadu (tiešie mērījumi). Zemes kā planētas vecums  $(4.55 \pm 0.07) \times 10^9$  gadu (4.55 miljardi gadu).

## 8. Dubultplanētas Zeme – Mēness veidošanās.

Zemi un Mēnesi kopā pareizāk būtu saukt par dubultplanētu, jo nevienai citai planētai Saules sistēmā neviens tās pavadonis nav tik liels attiecībā pret centrālo planētu, kāds ir Mēness attiecībā pret Zemi. Daži dati:

1) Mēness masa – tikai 81.3 reizes mazāka par Zemes masu;

2) Mēness rādiuss  $R_M = 1737$  km, Zemes rādiuss  $R_Z = 6371$  km;

3) Mēness vidējais blīvums  $\rho_M = 3.35$  g/cm<sup>3</sup>, Zemes –  $\rho_Z = 5.5$  g/cm<sup>3</sup>.

Pēc lidojumiem uz Mēnesi ("Apollo" programma ASV, 1969. – 1972. g.) galīgi tika apstiprinājies fundamentālais fakts par būtisku atšķirību Zemes un Mēness sastāvā:

1) Mēness sastāvā ir tikai ap 5% dzelzs un niķeļa.

2) Zemes sastāvā (galvenokārt kodolā) – ap 37% dzelzs un niķeļa!

3) Pārējai Mēness vielai (bazalta ieži u.c.) ir daudz līdzības ar radniecīgiem Zemes iežiem (Zemes mantijā), šie dati liecina par kopīgo Zemes un Mēness sastāvā.

Hipotēzes par Mēness izcelšanos vairākas, galvenās līdz šim:

1) Mēness ir veidojies kādos no Zemes tālos Saules sistēmas apgabalos, kur maz dzelzs savienojumu. Mēnesim savā orbītā nonākot tuvu Zemei, tās gravitācijas lauks ir Mēnesi satvēris un padarījis par Zemes pavadoni (Alfvēns 1942., 1954. gads, Urey 1962. gads).

2) Mēness ir veidojies no tā paša protoplanētu vielas mākoņa kā visas pārējās planētas, bet Zemes tiešā tuvumā (E. Ruskol, 1960. – 1975. g., A. Harris, V. Kaula, 1975. gads), pie kam šī kopīgā vielas akkrēcija (krišana) no mākoņa uz Protozemi un Protomēnesi ir sākusies tad, kad Protozemei bijis ap 1/10 no tagadējās Zemes masas un Mēness bijis tikai 10 Zemes rādiusu attālumā (ap 63 700 km, 6 reizes tuvāk!).

Pirmā hipotēze saduras ar to, ka tādas Mēness "satveršanas" varbūtība praktiski ir nulle, tā nesaskan arī ar datiem par meteorītu sastāvu – otrā hipotēze nevar izskaidrot "dzelzs deficītu" Mēness sastāvā.

1988. gadā krievu zinātnieki O. Sorohtins (O. Г. Сорохтин) un S. Ušakovs (С. А. Ушаков) izvirzīja visai interesantu, labi pārdomātu

Putekļu sabiezējuma pārvēršanās cieto daļiņu spietā, attālumos no "protosaules" līdz tagadējās Zemes orbitai (sīkās "planetezimāles") notiek apmēram 10 000 gadu laikā.

Tas pats process attālumos līdz Jupitera orbitai (lielās "planetezimāles") notiek apmēram 1 miljona gadu laikā.

4) Notiek attīstība un izveidošanās:

"protosaule" → Saule;

"planetezimāles" – savstarpējās sadursmēs dažas sadrūp, dažas aug un izveidojas par planētām;

Zemes izaugšana līdz tagadējiem apmēriem norisa aptuveni 100 miljonu gadu laikā.

5) Zemes izveidošanās sākumā tās temperatūra  $T_{\text{virsmas}} \sim 300^{\circ}\text{K}$ ,  $T_{\text{centrā}} \sim 800^{\circ}\text{K}$ . Zemei saspiežoties un sabrūkot radioaktīvajiem elementiem, tās dzīles sasīla, daži apgabali – līdz kušanas temperatūrai. Smagie ķīmiskie elementi un to savienojumi iegrīma garozā, vieglie elementi un to savienojumi cēlās augšup.

Vecāko Zemes iežu vecums (Karēlijā un Āfrikā) – 3.6 miljardi gadu (tiešie mērījumi). Zemes kā planētas vecums  $(4.55 \pm 0.07) \times 10^9$  gadu (4.55 miljardi gadu).

## 8. Dubultplanētas Zeme – Mēness veidošanās.

Zemi un Mēnesi kopā pareizāk būtu saukt par dubultplanētu, jo nevienai citai planētai Saules sistēmā neviens tās pavadoņi nav tik liels attiecībā pret centrālo planētu, kāds ir Mēness attiecībā pret Zemi. Daži dati:

1) Mēness masa – tikai 81.3 reizes mazāka par Zemes masu;

2) Mēness rādiuss  $R_M = 1737$  km, Zemes rādiuss  $R_Z = 6371$  km;

3) Mēness vidējais blīvums  $\rho_M = 3.35$  g/cm<sup>3</sup>, Zemes –  $\rho_Z = 5.5$  g/cm<sup>3</sup>.

Pēc lidojumiem uz Mēnesi ("Apollo" programma ASV, 1969. – 1972. g.) galīgi tika apstiprinājies fundamentālais fakts par būtisku atšķirību Zemes un Mēness sastāvā:

1) Mēness sastāvā ir tikai ap 5% dzelzs un niķeļa.

2) Zemes sastāvā (galvenokārt kodolā) – ap 37% dzelzs un niķeļa!

3) Pārējai Mēness vielai (bazalta ieži u.c.) ir daudz līdzības ar radniecīgiem Zemes iežiem (Zemes mantijā), šie dati liecina par kopīgo Zemes un Mēness sastāvā.

Hipotēzes par Mēness izcelšanos vairākas, galvenās līdz šim:

1) Mēness ir veidojies kādos no Zemes tālos Saules sistēmas apgabalos, kur maz dzelzs savienojumu. Mēnesim savā orbītā nonākot tuvu Zemei, tās gravitācijas lauks ir Mēnesi satvēris un padarījis par Zemes pavadoņi (Alfvēns 1942., 1954. gads, Urey 1962. gads).

2) Mēness ir veidojies no tā paša protoplanētu vielas mākoņa kā visas pārējās planētas, bet Zemes tiešā tuvumā (E. Ruskol, 1960. – 1975. g., A. Harris, V. Kaula, 1975. gads), pie kam šī kopīgā vielas akkrēcija (krišana) no mākoņa uz Protozemi un Protomēnesi ir sākusies tad, kad Protozemei bijis ap 1/10 no tagadējās Zemes masas un Mēness bijis tikai 10 Zemes rādiusu attālumā (ap 63 700 km, 6 reizes tuvāk!).

Pirmā hipotēze saduras ar to, ka tādas Mēness "satveršanas" varbūtība praktiski ir nulle, tā nesaskan arī ar datiem par meteorītu sastāvu – otrā hipotēze nevar izskaidrot "dzelzs deficītu" Mēness sastāvā.

1988. gadā krievu zinātnieki O. Sorohins (O. Г. Сорохтин) un S. Ušakovs (С. А. Ушаков) izvirzīja visai interesantu, labi pārdomātu

"5. Zemes virsū vēl nebija neviena lauku krūma, un vēl neviena lauku zāle nezēla, jo Dievs tas Kungs vēl nebija licis lietum līt virs zemes, un vēl nebija neviena cilvēka, kas zemi koptu.

6. Tad migla cēlās no zemes un slacināja visu zemes virsu."

Gen. 2:5-6

Zemes sākotnējā atmosfēra:  $H_2 + NH_3 + H_2O$ . (kā Jupiteram).

$H_2$  – izklīda kosmosā,  $NH_3$  (amonjaks) – sadalījās Saules radiācijā:  $H_2 + N_2$ .

Pirms dzīvības rašanās Zemes atmosfērā:  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , bet nebija  $O_2$  (skābekļa).

Dzīvība – apmēram 1 miljardu gadu pēc Zemes izveidošanās – tātad pirms 3.5 miljardiem gadu.

## 10. Saules sistēma mūsu dienās.

Modernie (heliocentriskie) priekšstati par Saules sistēmas uzbūvi saistīti ar N. Koperniku (1473 – 1543), G. Galileju (1564 – 1643), J. Keplera (1571 – 1630) I. Ņūtonu (1643 – 1727).

Saules un lielo planētu galvenie parametri

Saule un planētas	Masa ( $M_{Zemes}=1$ )	Orbītas vidējais rādiuss ( $R_Z=1$ astr.v.)	Aprīņošanas periods T (d. – dienas vai g. – gadi)	Orbītas ekscentritāte $e=c/a$	Orbītas nolieces leņķis pret Zemes orbītas plakni
Saule	333 000	–	–	–	–
Merkūrs	0.055	0.387	88 d.	0.2066	7°01'
Venēra	0.816	0.723	224.7 d.	0.0067	3°24'
Zeme	1.000	1.000	365.25 d.	0.0167	0°
Mars	0.107	1.524	687 d.	0.0934	1°51'
Jupiters	318	5.20	11.86 g.	0.0484	1°18'
Saturns	95.1	9.54	29.46 g.	0.0557	2°29'
Urāns	14.6	19.18	84.01 g.	0.0471	0°46'
Neptūns	17.2	30.07	164.8 g.	0.0087	1°46'
Plutons	0.0017	39.44	247.7 g.	0.247	17°08'

No 1962. – 1989. gadam kosmiskās stacijas apceļojušas visas planētas, izņemot Plutonu.

Saules sistēmā vēl – planētu pavadoņi, asteroīdi, komētas.

Asteroīdi – mazās planētas. Vairums to orbītu atrodas starp Marsu un Jupiteru. Labi zināmi ap 3000 asteroīdu.

Ap  $\geq 1300$  asteroīdu ir ar diametru  $d > 10$  km. Daudzas to orbītas krusto Zemes orbītu. Sadursmes ar Zemi tādiem asteroīdiem notiek vidēji 1 reizi 100 000 gados, veidojot krāterus ar diametru  $d > 10$  km. Tās ir "dabas katastrofas" pēc debesu mehānikas likumiem.

## 11. Pasaules harmonijas meklējumi Saules sistēmas uzbūvē.

Johans Keplers grāmatā "Pasaules harmonija..." (1619. gads) saista planētu attālums no Saules ar piecām ģeometrijas figūrām – regulāriem daudzskaldņiem (Platona ķermeņiem) kombinācijās ar ap tiem apvilktām un tajos ievilkām sfērām (lodēm), kuru rādiusi atbilst piecu tolaik zināmo planētu orbītām.

## Keplera "Pasaules harmonija" Saules sistēmas uzbūvē:

Ap Platona ķermeni apvilktā sfēra	Platona ķermenis	Platona ķermeni ievilkta sfēra ar rādiusu R	Planētas novērotās orbītas rādiuss $R_{Nov}$ - attālums no Saules
Saturna sfēra ar rādiusu $R=1000$	Kubs (6 kvadrāti)	Jupitēra sfēra ar $R=577$	$R_{Nov}=635$
Jupitēra sfēra ar $R=1000$	Tetraedrs (4 trijstūri)	Marsa sfēra ar $R=333$	$R_{Nov}=333$
Marsa sfēra ar $R=1000$	Dodekaedrs (12 piecstūri)	Zemes sfēra ar $R=795$	$R_{Nov}=757$
Venēras sfēra ar $R=1000$	Oktaedrs (8 trijstūri)	a) Oktaedrā ievilkta Merkūra sfēra $R=577$ b) Oktaedra šķautņu centros ievilkta Merkūra sfēra ar $R=707$	$R_{Nov}=723$

Labāk planētu attālumus no Saules apraksta 1772. gadā formulētais  
Ticiusa – Bādes likums:  $R=0.4+0.3 \times 2^n$  (astr.vien.)

Planēta	n	$R_{apr}$	$R_{nov}$	Planēta	n	$R_{apr}$	$R_{nov}$
Merk ūrs	-1	0.4	0.4	Jupiters	4	5.2	5.2
Venēra	0	0.7	0.7	Saturns	5	10.0	9.54
Zeme	1	1.0	1.0	Urāns	6	19.6	19.19
Mars	2	1.6	1.52	Nept ūns	7	38.8	30.07
Asteroidi (Faetons?)	3	2.8	-	Plutons	8	77.2	39.5

## 12. Betlēmes zvaigzne.

**"Un Dievs sacīja: "Lai top spīdekļi debess izplatījumā; tie  
lai atšķir dienu no nakts un lai ir par zīmēm, kas sadala laiku  
dienās un gados,..."**

Gen. 1:14

"Zīmes" – Bibēlē lieto plašākā nozīmē. Tās ir Dieva brīnumdarbi, Dieva  
norādījumi, signāli cilvēkiem. Piemēram, 2. Mozus grāmatā:

"Un notiks, ja viņi tev neticēs un neklausīs pēc pirmās zīmes, tad viņi  
tev ticēs otras zīmes dēļ".

Exodus 4:8

"Bet šo zizli ņem savā rokā, ar to tu darīsi zīmes."

Exodus 4:17

"Bet Es gribu faraona sirdi darīt cietu, un jebšu Es darišu savas zīmes  
un savus brīnumus lielā skaitā Ēģiptes zemē,"

Exodus 7:3

Betlēmes zvaigzne – zīme par Jēzus Kristus piedzimšanu:

"...Jo mēs viņa zvaigzni redzējām austrumu zemē un atnācām viņu  
pielūgt."

Mateja ev. 2:2



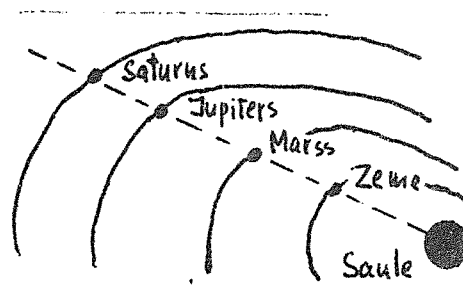
Iespējamie astronomiskie skaidrojumi:

1) Nova (jauna zvaigzne)? – nav citu avotu norādījumu.

2) Planētu konjunkcija (sakrišana “vienā punktā” pie debess sfēras)?

J. Keplers 1603. gadā novēroja triju planētu, Jupitera, Saturna un Marsa konjunkciju. Viņš aprēķināja, ka tāda pat konjunkcija ir bijusi arī 7. gadā pirms Kristus dzimšanas.

Mūsdienu aprēķini (sk. Wycliffe Bible Encyclopedia (2.vol.); 2nd ed. 1975. p.905), ko veikuši astronomi Ideler, Pritchard, Enke, rāda, ka 7. gadā pr. Kr. ir bijušas 3 Jupitera un Saturna konjunkcijas – maijā, septembrī un decembrī.



Ja gudrie no austrumiem sāka savu ceļu pēc septembra konjunkcijas, tad, nonākot Jeruzālemē, tie varēja redzēt decembra konjunkciju.

3) Komēta? – Britu karaliskās astronomijas biedrības žurnāla 1991. gada decembra numurā (sk. avīzi “Известия”, Nr. 261, 2.11.1991.) publicēts Kembridžas Universitātes profesora Kolina Hemfreja rezultāts: Planētu konjunkcija 7. gadā pr. Kr. ir jānoraida, jo Bibēlē minēts vienots astronomisks objekts, visticamāk tā ir viena no 3 komētām (starp 12. – 4. gadu pr. Kr.) – 5. gadā pr. Kr., tad Jēzus dzimis starp 13. – 27. IV?

## XVI. Pirmā bioloģijas aksioma.

1. Bioloģijas izklāsta metodikas problēmas.
2. Prasības pirmajai bioloģijas aksiomai.
3. Preforisma teorija par organisma attīstību.
4. Preforisma kritika.
5. Epiģenēze un vitālisms.
6. Ģenētiskā attīstības teorija.
7. Sistēmas sarežģītības mērīšana.
8. Pirmās bioloģijas aksiomas formulējums un analīze.
9. Pirmās bioloģijas aksiomas pamatotība.
10. Pirmās aksiomas pamatotības piemēri.
11. Problēmas pēc pirmās bioloģijas aksiomas.

### Literatūra.

1. Boriss Medņikovs. Bioloģijas aksiomas. Rīga, "Zinātne", 1987.

## 1. Bioloģijas izklāsta metodikas problēmas.

Līdz šim bioloģija skolās apskatīta virzienā: zooloģija, botānika, citoloģija, embrioloģija, evolūcijas teorija, ģenētika, vispārīgie bioloģijas pamati.

Vai bioloģiju var aksiomatizēt – apskatīt kā matemātiku vai fiziku?

Kāpēc matemātikas izklāsts jau sen ir aksiomatizēts, bet bioloģijas nav? Matemātika ir viena no visvienkāršākajam zinātnēm, tās pamatjēdzienus punktu, taisni, plakni, skaitli cilvēks apguva savā ikdienas praksē jau sen pirms ģeometrijas kā arī citu matemātikas disciplīnu rašanās.

Sarežģīta matemātikā ir tās valoda, ko veido simboli un to kombinēšanas noteikumi. Kas tos ir apguvis, tas var lietot matemātikas aparātu bez ierobežojumiem, jāprot tikai loģiski domāt. Darbarīki matemātikā (zīmulis un papīrs) ir ļoti vienkārši.

Antīkos laikos ar līdzšinējo cilvēku pieredzi pietika, lai radītu teorētisko matemātiku, fizikai ar to nepietika – bija jāgaida līdz XVII. gs.

Tikai tagad, kad dzīvību pēta jau molekulārā līmenī, zināšanas bioloģijā sasniegušas tādu līmeni, kad bioloģiju, iespējams, var jau mēģināt formulēt teorētiski, izejot no bioloģijas aksiomām jeb postulātiem un pamatprincipiem. Tā uzskata jau ievērojams skaits biologu – arī Boriss Medņikovs (Maskavas Valsts Universitāte), pēc kura izvirzītajām bioloģijas aksiomām apskatīsim šīs zinātnes pamatus.

Kādi nosacījumi ir jāapmierina bioloģijas aksiomām?

Bioloģijas aksiomas nedrīkst būt pretrunā ar fizikas likumiem. Bioloģiju nereducē uz fiziku, bet atvedina no fizikas, nepārkāpjot tās likumus (enerģijas saglabāšanās, 2. termodinamikas likums, gaismas ātrums u.c.), bet pievienojot jaunus bioloģijai specifiskus likumus;

Bioloģijas aksiomām ir jāaptver bioloģijas “atvedināmība” uz ķīmiju un fiziku. Bioloģiskais ir augstākais attiecībā pret ķīmisko un fizisko. Zemākais augstāko neizsmeļ, taču strukturāli un ģenētiski dzīvība ir reducējama uz ķīmiju un fiziku. Bioloģiskā kustība rodas un veidojas no ķīmiskās un fizikālās, bet tās to kvalitatīvi neizsmeļ.

Bioloģijas aksiomas nedrīkst būt pretrunā ar cēlonības principu. Bet vispirms jautājums: Kas ir dzīvība? To mēs aplūkojām 14. lekcijā.

## 2. Prasības pirmajai bioloģijas aksiomai.

Izejot no mūsu pieņemtās dzīvības definīcijas:

**“Dzīvība ir aktīva, enerģiju patērējoša specifiskas struktūras uzturēšana un jaunatveidošana”**,

pirmajai bioloģijas aksiomai būtu jānorāda šīs specifiskās struktūras atveidošanas mehānisms, jānosaka, kādos apstākļos tā ir iespējama.

Viena no dzīvības pazīmēm, tātad ir organizācija jeb “specifiska struktūra”, konkrēti:

aminoskābes, kas ietilpst olbaltumvielu sastāvā;

šūnu elementi un pašas šūnas – audos;

audi orgānos – tas viss veido kārtotas struktūras.

Katrā paaudzē šīs specifiskās struktūras tiek atveidotas no jauna, piemēram, no vistas olas – viendabīgas olas dzeltenuma un baltuma masas veidojas cālis ar galvu, kājām un spārniem.

Kā paaudzi pēc paaudzes rodas sistēmas, ko saucam par “cāli” – un tāpat arī visu pārējo uz Zemes sastopamo organismu kārtība?

Cilvēce ar šo jautājumu ir nodarbojusies jau kopš zinātnes sākumiem antīkajos laikos – vairāk nekā 2000 gadu.

Viņi intuitīvi nojauta, ka patvaļīga kārtības (struktūras) rašanās no nekārtības, struktūras izveidošanās no sākotnējās bezstruktūras masas, piemēram, olas dzeltenuma, ir brīnums.

Un pirmā hipotēze, kas skaidroja organisma attīstību, mēģināja šo brīnumu kaut kā racionāli izskaidrot, t.i., dot “zinātnisku teoriju” kaut vai tikai tās dīgļa formā, bija preformisms.

### 3. Preformisms.

Preformisms (latīņu valodā *praeformo* – iepriekš izveidoju) – uzskats, ka organisma dzimšana ir kāda materiāla struktūra, kas iepriekš nosaka embrija (dīgļa) attīstību un no tā izaugušā organisma pazīmes. Pirmsākumi – antīkajos laikos, tas bija valdošais līdz XVIII gs.

Hipokrāts (460. – 370. g. pr. Kr.) – cālis olā ir jau “gatavā veidā”, perēšanas procesā tas tikai aug un palielinās tā izmēri. “Visi locekļi cits no cita atdalās vienlaikus un tāpat arī aug. Nevien nerodas ne vēlāk, ne arī agrāk par citu.”

Grieķu filozofs Anaksagors (500. – 428. g. pr. Kr.) un romiešu domātājs Seneka (4. – 65. g.) izteica līdzīgus uzskatus: “Sēklā ir visas nākošā cilvēka daļas.” Preformisma jeb preformācijas teorijas uzplaukums bija XVII – XVIII gs. To raksturo, piemēram, N. Malbranša uzskati: “Varžu olās nav grūti pazīt vārdes, bet tāpat embrijos mēs atradīsim citus dzīvniekus, kad būsīm kļuvuši tik pieredzējuši un prasmīgi, lai tos atklātu”.

Divi preformisma novirzieni:

Animalkulisms (latīniski: *animalculum* – zvēriņš, mikroskopisks dzīvnieks) – uzskata, ka embriji atrodas vīrišķajās dzimumšūnās, olšūnā ir tikai barotne spermatozoīdu (tolaik – “animalkulu” – zvēriņu, kas mīt sēklas šķidrumā) augšanai. Pirmais animalkulists – vienkāršā mikroskopa izgudrotājs, nīderlandiešu naturālists A. Lēvenhuks (Antoni van Leeuwenhoek, 1632 – 1723), kurš arī pirmais mikroskopā ieraudzīja spermatozoīdus (1673. g.). šī virziena piekritējs bija arī vācu filozofs un naturālists Leibnics (1646 – 1716), taču tam bija visai maza piekrišana.

Ovisms (latīņu valodā *ovum* – ola) embriju ievietoja olšūnā, tam bija daudz vairāk sekotāju starp tā laika ievērojamākajiem naturālistiem: nīderlandiešu anatoms Jans Svammerdams (J. Swammerdam, 1637 – 1680) kūniņās atrada gatavus tauriņus ar salocītiem spārniņiem un visām detaļām kā pieaugušajiem tauriņiem. šveiciešu dabaszinātnieks Šarls Bonnē (Ch. Bonnet, 1720. – 1793.) atklāja partenogēzi – pētot laputis, tika novērots, ka to mātīte dzemdē dzīvus mazulīšus, kas tāpat bija mātītes, dažās dienās tie sasniedza normālus izmērus un tālāk pašas bez apaugļošanās kļuva par jaunas paaudzes radītājām. šveiciešu naturālists Hallers (Albrecht von Haller, 1708 – 1777) pētīja zaļajģes – volvoksa, kolonijas. Tās veido no vienas šūnu kārtas sastāvošas gļotainas lodītes (ar diametru aptuveni 2 mm), kuru saturā peld meitu kolonijas, bet to iekšienē – trešās paaudzes kolonijas. A. Hallera secinājums par volvoksa pētījumiem: “No tā izriet: ja olnīca var saturēt daudz paaudžu, nav arī nekā aplama, ka tā satur itin visas paaudzes”.

Dabā ir sastopami arī vēl citi piemēri, analogi A. Hallera apskatītajam, piemēram, parazitiskā tārpa ehinokoka veidotie pirmās, otrās un trešās paaudzes pūšļi. Tas viss noved vēl pie viena, trešā,

preformisma novirziena, ko var uzskatīt par preformācijas teorijas loģisko noslēgumu:

Ielikto embriju teorija – ja olšūnā (vai spermatozoidā) attrodas gatavs tikai mazs organisms, tad tam arī ir savi dzimumdziedzeri – tajos savi embriji utt. līdz bezgalībai, un nav nekādas attīstības. A. Hallers aprēķina, ka Bībeles Ievas olnīcās – vairāk nekā 200 miljardu ielikto embriju.

Kāpēc ielikto embriju teorija iemantoja tādu popularitāti?

XVIII gs. bija mikroskopiskās pētniecības uzplaukuma laiks. Naturālisti mikroskopos ieraudzīja sarežģītas struktūras, lēcas attēlu kroplēja, nāca klāt arī subjektīvais moments, “ko gribēja redzēt, to arī ieraudzīja” (vārdes ikros – pieaugušas vārdes, spermatozoidos – “cilvēciņus”) (salīdzināsim ar “Marsa kanālu” bumu teleskopos pēc 100 gadiem).

Skeptiķu jautājums: cik ilgi var turpināties šāda cita citā ielikto embriju virkne? Ielikto embriju teorija un preformisms vispār sadūrās ar paradoksu “apgāšana ar bezgalību” – Rišāra loģiskā antinomija, ko izsaka šāds piemērs: “Papīra lapai jāapraksta visas tās īpašības. Rakstām: “Taisnstūra papīra lapa, izgatavota no tāda un tāda papīra ... ar uzrakstu: “Taisnstūra papīra lapa...ar uzrakstu...”...”.”

Tātad – cik ilgi iespējams vielu dalīt, tās īpašībām kvalitatīvi nemainoties? Atbilde – līdz atomiem. Dēmokrits: “Kāds vismazākais ābola gabals saglabā tā īpašības?” Piemēram, rafinādes cukuru (saharozī) 342g (grammolu) var dalīt līdz  $6.02 \times 10^{23}$  daļai (1 molekula).

Secinājums: Ir jāatzīst, ka kādā embriju paaudzē tomēr rodas tā struktūra, vai arī preformisms kā teorija ir vispār jānoraida.

XVIII gs. valdošais bija Aristoteļa princips par matērijas bazgalīgu dalāmību, tā īpašībām kvalitatīvi nemainoties. XVIII gs. atomisms (P. Gasendi, I. Ņūtons) nebija populārs – tāpēc preformisms palika vadošais virziens attīstības teorijā.

#### 4. Preformisma kritika.

XVIII gs. vidū (enciklopēdistu laikmetā) parādījās arī kritiski darbi pret preformisma teoriju, kas bija stingri iesakņojusies zinātnē.

Pirmā tāda veida kritika, no toreiz faktiski vēl neeksistējušās ģenētikas viedokļa, ir izteikta franču naturālista un filozofa Pjēra Mopertii (P. L. M. de Maupertuis, 1698 – 1759) pamfleta veidā uzrakstītajā disertācijā: “Fizikālā Venēra jeb Fizikāla disertācija par balto nēģeri” (1744. g.).

Pēc preformisma gatavam organismam ar visām savām pazīmēm jāattrodas vai nu olšūnā (ovisms) vai spermatozoidā (animalkulisms), tātad otra vecāka (ovismā – tēva, animalkulismā – mātes) pazīmes nevar iedzimt – absurds! Mopertii apskata bērnu ādas krāsu eiropiešu un nēģeru jauktajās laulībās un secina, ka ne olšūnā, ne spermatozoidā nav “gatava” embrija, tas rodas “sajaucoties sēklas šķidrumam” (šūnveida uzbūvi vēl nelietoja).

Sugu krustojumi – otrs Mopertii arguments. Mūlim, ēzeļa un zirga pēcnācējam, ir gan tēva (balss, garas ausis, izturīgums), gan mātes (ķermeņa proporcijas, lielums, spēks) īpašības. Mopertii pats nodarbojās ar hibrīdizācijas eksperimentiem (gadsimtu pirms Mendēļa!), viņš lietojis ciltskoka analīzi – faktiski modernās cilvēka ģenētikas metodi. Pētot kādas ģimenes – Rugu dzimtas ģeoloģiju, kurā bija izplatīta ļoti uzskatāma iedzimstošā pazīme – polidaktīlija (sešpirkstība), viņš secināja, ka preformācijas teorija nekur neder.

Mopertii argumentiem tomēr nebija būtisku panākumu! Kāpēc? XVIII gs. zinātne bija stipri vien sadalīta pa disciplinām, nevis integrēta kā tagad. Tad pastāvēja uzskats, ka iedzimtības zinātne ir viens, attīstības zinātne – jau kas cits, un atomu zinātne atkal pavisam kas cits.

Būtisku triecienu preformismam deva tikai organisma attīstības pētījumi ("paša preformisma iekšienē"). Kaspars Fridrihs Volfs (C. F. Wolff, (1734 – 1794) – vēlāk Pēterburgas ZA akadēmiķis), pētot augu un vēlāk cāļa embrija attīstību, secināja (1759. g.), ka neviena embrija struktūras detaļa neizaug no kaut kā iepriekšēja – visas detaļas rodas no jauna. "Apgalvojums, ka embrija ķermeņa daļas savu bezgalīgi mazo apmēru dēļ ir apslēptas un tikai vēlāk pakāpeniski kļūst redzamas, ir pasaka," teikts Volfa disertācijā "Aizmešanās teorija". Jautājums paliek – kas virza organisma individuālo attīstību?

## 5. Epiģenēze un vitālisms.

Aristotelis, kaut arī atbalstīja tēzi par matērijas bezgalīgo dalāmību, tās īpašībām kvalitatīvi nemainoties, tomēr nebija arī Hipokrāta principa: "Cālis – gatavā veidā no olas" (vēlākais preformisms) piekritējs, viņš organisma attīstību skaidroja ar ideju, ka eksistē

**entelēhija** (gr. enteleheia) – gala mērķis jeb gala cēlonis, kas arī nosaka katra individuālā organisma augšanu un attīstību.

Analogi izteikumi ir arī Platonam: "Dvēsele sev taisa mājokli un piemērotu darbarīku" (dialogā "Timajs").

Epiģenēze (gr. epi – virs, priekš, genesis – izcelšanās) – mācība par organisma embrionālo attīstību, kas notiek pakāpenisku pārveidojumu ceļā kāda "plastiska spēka" iedarbībā – faktiski balstoties uz Aristoteļa entelēhijas principa. Epiģenēze – pretstats preformismam, kas atzīst organisma visu struktūru sākotnēju eksistenci dzimumšūnās. Šo mācību kopā ar pašu terminu "epiģenēze" 1651. g. izvirzīja angļu fiziologs Viljams Hārvijs (W. Harvey, 1578 – 1657). Bet apmēram 100 gadu tai nebija panākumu, jo bez labiem mikroskopiem XVIII gs. nebija iespējams pētīt organismu attīstības agrās stadijas. Aristoteļa konkrētā embrija izcelšanās hipotēze ("embrijs rodas no menstruālajām asinīm, kam sēkla piešķir formu") arī vairs neapmierināja pētniekus. Tikai tad, kad naturālisti konkrēti sāka mikroskopiski pētīt embrija attīstību (K. F. Volfs, 1759. g.) – atdzima epiģenēze, tagad jau zem vitālisma nosaukuma.

Vitālisms (latīņu val. vitalis – dzīvīgs, dzīvību radošs) – "ideālistisks virziens bioloģijā, kas pieļauj īpaša nemateriāla dzīvības spēka eksistenci organismā", tā teikts pēdējā PSRS laikā izdotajā "Bioloģijas enciklopēdiskajā vārdnīcā" (1989. g., krievu val.). Detalizēti vitālisma koncepciju attīstīja vācu ķīmiķis G. Štāls (G. E. Stahl, 1660 – 1734), kurš uzskatīja, ka organismu dzīvi vada dvēsele, kas nodrošina to mērķtiecīgu uzbūvi. Pēc K. F. Volfa – būtiskais spēks (latīn. vis essentialis; essentia – būtība): "Šis barojošais spēks noteikti piemīt tikai augu un dzīvnieku substancei, jo nekāda cita matērija neparojas, neaug un nevairojas". XIX gs. sākumā vācu dabas zinātnieks G. Treviranuss (1776 – 1837) ieviesa pašu terminu "dzīvības spēks" (latīn. vis vitalis) – vitālisms, XIX gs. H. Drišs (1867 – 1941) – "dzīvības enerģija" – atbilde uz materialismu.

## 6. Ģenētiskā attīstības teorija.

Darba mašīnas ar ieliktu programmu pazina jau pagājušā gadsimta sākumā. Piemēram, auduma apdrukāšanas un adīšanas mašīnas, daudzveidīgi mūzikas instrumenti – mehāniskās ērģeles, leijerkastes, mehāniskie pianīni. Šīs iekārtas pēc programmas producēja samērā sarežģītas struktūras – audumu rakstus, zīmējumus un dažādas tonalitātes skaņas – veselas melodijas. Programmu tādām mašīnām uzdeva, ievietojot tajās sacaurumotas metāla vai kartona plates – mūsu gadsimta datoru perfokarte nebūt nav kibernetikas laikmeta sasniegums. Perfokarti tagad ir nomainījusi magnētiskā lente vai diskete, kur arī ieraksta informāciju.

Automāts, kas pats vairojas. Kibernetikas pirmsākumos 50. gados trīs tās radītāji, Džons fon Neimanis (1903 – 1957), Norberts Vīners (1894 – 1964) un Klods Šenons (dz. 1916.) nodarbojās ar sekojošu uzdevumu:

Vai ir iespējams uzbūvēt tādu mašīnu, kas, vadoties pēc tajā ieliktajām instrukcijām (programmām), uzbūvētu precīzu sevis kopiju? Citiem vārdiem sakot, vai ir iespējams metālā atveidot bioloģisko paaudzju miju, uzbūvēt automātu, kas pats vairojas, katrā nākošajā paaudzē atveidojot pats sevi, piemēram, no apkārtējā vidē esošajiem "būvmateriāliem" (metāla un citu materiālu krājumiem)?

Pēc Neimaņa matemātiskajiem aprēķiniem pastāv kāds noteikts sarežģītības sliekšnis, kuru nesasniedzusi, mašīna sev līdzīgus objektus – tādas pat mašīnas – izveidot nevar. Līdz ar to rodas jautājums:

Kā lai objektīvi izmēra kādas sistēmas sarežģītības pakāpi? Kas to nosaka?

Atbildi uz to deva jaunā strauji augošā kibernetika un informācijas teorija.

## 7. Sistēmas sarežģītības mērīšana.

Sistēmas sarežģītība ir mērāma ar tās aprakstīšanai nepieciešamās informācijas daudzumu. Visizplatītākā ir binārā informācijas vienība bits (angļu val. binary digit). Tik daudz informācijas ir atbildē "jā" vai "nē" uz kādu jautājumu. Gadījumā, ja atbilžu uz jautājumu ir vairāk par divām (izvēle ir plašāka) un ja visi iespējamie izvēles varianti ir vienlīdz varbūtīgi, tad informācijas daudzums atbildē bitos ir binārais logaritms (logaritms ar bāzi 2) no iespējamo variantu skaita.

Apskatām kāda apraksta piemēru:

"Bet augumā viņš ir mazs, krūtis platas, viena roka īsāka par otru, acis gaišzilas, mati sarkani, uz vaiga kārpa, uz pieres vēl viena."

Šo aprakstu var padarīt pēc vēlēšanās vēl sīkāk detalizētu, lai atveidotu aprakstīto personu, lai to atpazītu. Pie dažiem ne visai precīziem pieņēmumiem šai aprakstā ir apmēram 12 biti informācijas, t.i., lai to sastādītu, ir jāuzdod 12 jautājumu un uz tiem jāsaņem atbilde "jā" vai "nē".

Kāpēc tāds vienkāršots aprēķins nav visai precīzs? Tāpēc, ka nav ņemta vērā dažādu izvēles variantu sastopamības varbūtība. Ir pieņemts, piemēram, ka matu krāsas varianti, (teiksim seši: melni, brūni, gaiši, sarkani, sirmi, matu nav) ir vienādi varbūtīgi, bet tā taču nav. Piemēram, Ķīnā sarkani mati ir ļoti liels retums, tur tā ir ļoti informatīva pazīme, Skotijā savukārt mazinformatīva.

Precīzāk runājot, informācijas daudzuma noteikšanai jālieto formula:

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

t.i., informācijas daudzums ir vienāds ar summu, ko veido elementu (mūsu gadījumā pazīmes) sastopamības varbūtības reizinājumi ar šīs varbūtības bināro logaritmu. Ja sarkanu matu sastopamības varbūtība ir 0.1 (katrs desmitais ir sarkanmatis), tad atbilde uz jautājumu par matu krāsu dod 0.3322 bitus informācijas.

$$H = -0.1 \times \log_2 0.1 = -0.1 \times (-3.322) = 0.3322 \text{ biti.}$$

Ja sarkanmataini būtu visi, tad to sastopamības varbūtība  $P=1$ , bet šīs pazīmes nestā informācija  $H=0$ , jo  $\log_2 1=0$ .

## 8. Pirmā bioloģijas aksiomas formulējums un analīze.

Cik sarežģīta tad būtu mašīna, kas spētu pati sevi atveidot? Saskaņā ar fon Neimaņa novērtējumu, tādai sistēmai ir jābūt ar diezgan lielu sarežģītību, tai jābūt ap

1 miljons bitu jeb jāsastāv vismaz no 10 000 elementiem. Atzīmējam, ka dažas mūsdienu mašīnas ar magnētiskajā lentē ierakstītu darbības programmu ir daudz vienkāršākas.

Pieņemsim, ka mēs tādu mašīnu, kas spēj pati sevi atveidot, esam uzbūvējuši un esam tajā ievadījuši "lenti" ar tās pēcteču – tieši tādas pat "meitmašīnas" būvēšanas programmu. Liksim, lai šī programma sāk darboties. Vai mums būs izdevies atveidot metālā mašīnu paaudzumu?

Nē, nebūs izdevies. Uzbūvētā "meitmašīna" būs neauglīga, tajā taču nebūs lentes ar programmu, kā būvēt nākošo paaudzi! Lai rastos trešā mašīnpaaudze, "ciltsmātē" ir jāiebūvē arī programmas lenšu kopēšanas ierīce, kas nākamajām paaudzēm nodotu "meitmašīnu" būves programmas kopiju.

Tātad pēc fon Neimaņa atzinumiem, pārmantojas jeb iedzimst nevis struktūra, bet gan tās apraksts un instrukcija par to, kā šī struktūra izveidojama. Viss attīstības process sastāv no divām šķirtām operācijām – no programmas (jeb genotipa) kopēšanas un paša organisma (fenotipa) izveidošanas.

Tad pirmā bioloģijas aksioma ir:

**"Jebkurš dzīvais organisms ir kopums, kurā fenotips (pats organisms) apvienots ar tā izveidošanas programmu (genotipu), kas pārmantojas no paaudzes uz paaudzi".**

šo principu – organisma dalāmību:

1) somā – somātiskās šūnas (grieķu val. sōma – ķermenis) visa ķermeņa šūnas (izņemot dzimumšūnas), kas nesatur "iedzimtības vielu" – atbilst fenotipam;

2) dīgļplazmā – "iedzimtības viela", kas atrodas dzimumšūnās – tagadējais genotips,

formulēja pagājušā gadsimta beigās vācu biologs Augusts Veismanis (A. Weismann, 1834 – 1914).

Atskatoties atpakaļ, no 1. aksiomas redzam, ka abi agrākie organisma attīstības teorijas virzieni ir nesuši katrs savu patiesības daļu:

1) Preformisms (animalkulisms, ovisms vai ielikto embriju teorija) uzsver, ka organisms vienmēr ir spējīgs sevi materiāli reproducēt. Cita lieta ir tas, ka preformisms kļūdījās šīs reprodukcijas konkrētajā mehānismā. Reprodukcija notiek no "būtiskā materiāla" pēc programmas, nevis visas organisma paaudzes eksistē uzreiz gatavā veidā ielikta viena otrā un tikai "izaug".



- 2) Epiģenēze un vitālisms – organisma attīstība entelēhijas jeb dzīvības spēka darbības rezultātā – faktiski tā ir attīstība genotipa programmas darbības rezultātā. Dzīvības spēks – tā faktiski arī ir pati šī genotipa programma, protams, nekonkretizēta un neizprasta mūsdienu modernās molekulārās ģenētikas līmenī.

Var jautāt, kāda gan starpība, ka pārmantojas pati struktūra – mazs olšūnā vai spermatozoīdā paslēpts organisms – vai programma, kas kodē tā izveidi? Ko dod jaunā ģenētiskā attīstības teorija salīdzinājumā ar preformismu un epiģenēzi?

Cita citā ielikto embriju virkne preformismā balstās uz matērijas bezgalīgās dalāmības principa, tā nonāk loģiskās pretrunās ar Rišāra loģisko antinomiju un atomu teoriju.

Organisma struktūras izveides programmas identifikācija ar pašu organisma struktūru ir tikpat aplama kā, piemēram, automobiļa rasējuma identifikācija ar pašu auto.

Ģenētiskā organisma struktūras izveides un uzbūves programma, kas saskaņā ar molekulāro ģenētiku ir iekodēta dezoksiribonukleīnskābes (DNS) vai ribonukleīnskābes (RNS) molekulās (vīrusiem) ir pavisam reāla un konkrēta programma atšķirībā no abstraktā “dzīvības spēka”.

## 9. Pirmās bioloģijas aksiomas pamatotība.

Pirmā aksioma tiek traktēta tīri funkcionāli, pirmais dzīvības nosacījums netiek saistīts ar kādu konkrētu ķīmisku vielu. Arī mašīnu, kas spēj pati sevi atveidot, principā var uzbūvēt, tajā ieliekot programmu, kas ierakstīta magnētiskajā lentē, perfokartēs, disketēs vai vēl kā citādi.

Konkrētajos mūsu Zemes apstākļos par ģenētisko programmu materiālo substrātu (“nesēju”) ir kļuvušas nukleīnskābes, bet par funkcionālo, efektorisko substrātu – olbaltumvielas. Taču no tā nebūt neizriet, ka visur Visumā ir tieši tāpat. Pat apstākļos, kas ir tuvi Zemes apstākļiem, tajā spiediena un temperatūras intervālā, kurā pastāv šķidrums, ir iespējami materiālie dzīvības substrāti, kas patlaban mums liktos neticami. Jo vairāk tas ir sakāms par planētām, kuras klāj šķidra metāna ( $\text{CH}_4$ ) un amonjaka ( $\text{NH}_3$ ) vai pat šķidra sēra jūras. Lai cik neiespējama mums arī liktos dzīvības rašanās un evolūcija šādos apstākļos, varbūtību, ka kaut kas tāds Visumā ir sastopams, vispār noliegt nedrīkst. Jautājums ir – vai mēs būsīm spējīgi atpazīt šo dzīvību, kas tik stipri atšķiras no Zemes dzīvības, jeb vai kosmosā meklēsim tikai paši savu atspulgu?

Tātad – var uzskatīt (?) (vai “pieņemt”), ka pirmā aksioma ir kopīga visam dzīvīvajam. Uz kādas planētas, kas atrodas kaut kur, pieņemsim Valzivs  $\tau$  vai Eridiana  $\alpha$  zvaigznes sistēmā, dzīvība varētu būt veidota uz citāda strukturālā pamata, taču pēc visam Visumam kopīga principa.

Zemes apstākļos fenotipa pamats ir olbaltumvielas, genotipa – nukleīnskābes. Bet princips, ka fenotipam uz genotipam ir jāpārkopējas šķirti, kaut arī jāpastāv kopā, paliek negrozāms. Dzīvība tikai uz fenotipa vai arī tikai uz genotipa pamata nav iespējama, jo tādā veidā ne sarežģītās specifiskās struktūras pašuzture, ne arī tās pašatveide nav nodrošināma. Tātad fenotips nav atveidojams bez genotipa un genotips – bez fenotipa.

## 10. Pirmās aksiomas pamatotības piemēri.

1) Genotipu kopē svešs fenotips.

Saskaņā ar 1.aksiomu fenotips rodas pēc programmas, kas kodēta genotipā un tas savukārt kopē genotipu nākamajai paaudzei.

Taču ir iespējami gadījumi, kur genotipu kopē svešs fenotips. Piemēram, bakteriofāgi jeb vienkārši fāgi, ir sarežģīti vīrusi – baktēriju parazīti.

Zarnu nūjiņas fāgs T4.

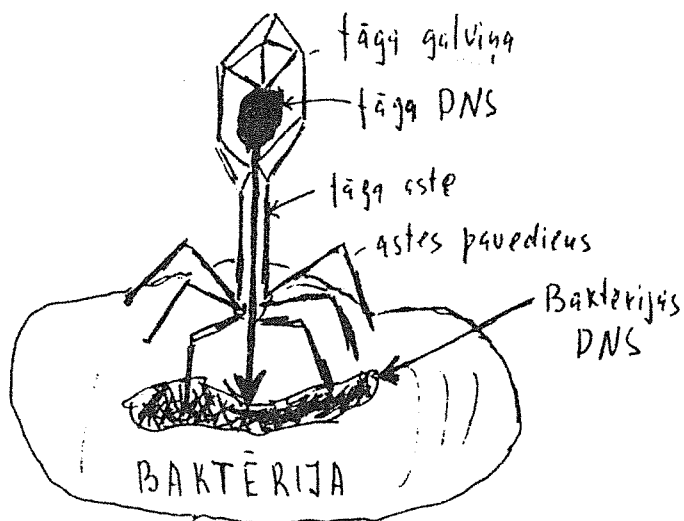
Fāga T4 darbības shēma:

1. Fāgs T4 “piestiprinās” baktērijai;

2. Specifiskas olbaltumvielas – lizocīma molekula “izēd” caurumu baktērijas šūnapvalkā;

3. Astes futrālis saraujas un fāga DNS pavedienu lielā ātrumā “iešauj” baktērijas citoplazmā;

4. Tukšais fāga T4 olbaltumvielu apvalks – tā fenotips paliek “mētājosies apkārt”.



Baktērijā nonākusi "kailā" fāga T4 DNS:

1. pēc apmēram 1 min. nomāc pašas baktērijas olbaltumvielu sintēzi;
  2. pēc 5 min. baktērijas olbaltumvielu sintēzes aparāts atbilstoši fāga programmai sintezē fermentus, kas pavairo fāga DNS;
  3. vēl pēc 3 min. sāk sintezēties fāga olbaltumvielas, no kurām izveidojas topošo fāgu galviņas un astes;
  4. pirmais jaunais fāgs 37°C temperatūrā parādās pēc 13 min, vēl pēc 12 min. baktērijā to ir vairāk nekā 200;
  5. pa to laiku sintezētais lizocīms baktērijas sienīņās no iekšpuses "izēd" caurumus un jaunie fāgi iziet ārā gatavi inficēt jaunas baktērijas.
- Fāga T4 genotips ir diezgan sarežģīts (kodē ap 100 olbaltumvielu sintēzi).

Tātad vīrusi (bakteriofāgi), kas iebūvējušies "saimnieku" hromosomās, var atteikties no sava fenotipa un replikācijā iztikt ar "saimnieka" fenotipu.

2) Bezkodola šūnas, kas nesatur genotipu.

Vai par dzīvjiem var saukt organismus vai šūnas, kuriem nav pašiem savas ģenētiskās programmas?

Tādi piemēri ir bezkodolu šūnas – zīdītāju eritrocīti vai acs lēcas šūnas. Tā ir tikai daļa no dzīva organisma struktūras, kas pati par sevi nespēj dzīvot.

Piemēram, acs šūnas sākumā ir normālas, tām ir normāli kodoli, tās sintezē daudz olbaltumvielu, tās spēj vairoties ar dalīšanos. Taču lēcas pūslīti tās pārveidojas, pakāpeniski kļūdamas par garajām, stiklveidīgi dzidrajām lēcas šķiedrām. To sintezēto olbaltumvielu skaits kļūst arvien mazāks, līdz beidzot producējas vienīgi specifiskas olbaltumvielas – kristalīni (3 veidu –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). To sintēzes sākumā šūna vēl spēj dalīties, taču pakāpeniski tās citoplazmu piepilda skrimšļveidīga kristalīnu masa un pati šūna izstiepjās kļūdamā par šķiedru. Tādas šūnas kodols strauji zaudē DNS, beigās lēcas šķiedrā DNS nav atrodamas pat ar visjūtīgākajām metodēm. Tāda "šūna" – šķiedra vairs nedalās taču saglabā kodolu, šādas šūnas vēl spēj veikt "remondarbus".

Analoga aina ir vērojama arī pie eritrocītu veidošanās. Tam "specializējoties" arī tas zaudē dzīvības pamatīpašību, tas neuztur savu struktūru un 4 mēnešos sabrūk un nespēj vairoties ar dalīšanos. Zīdītājiem, arī cilvēkiem, eritrocītu pārveidošanās process iet vēl tālāk kā acs lēcas šūnu gadījumā – eritrocītu šūnas zaudē kodolu, tādu šūnu sauc par retikulocītu.

Bezkodola šūnu (t.i., šūnu bez ģenētiskās programmas un kodola) mākslīgā iegūšana.

Eksperimenti ar apaugļotām olšūnām. Embriologi iemācījušies izdarīt ar tām sekojošu operāciju. Sākumā olšūnas izgriež centrifūgā, lai šūnas kodols, kas ir smagāks, pārvietojas uz šūnas lejas daļu. Pēc tam, mikroskopā raugoties, var veikli sadalīt olšūnu bezkodola daļā un daļā, kura satur kodolu.

Tādas operācijas rezultāts allaž ir viens un tas pats – sadalītās olšūnas bezkodola daļa pakāpeniski uzsūcas citās šūnās, bet no kodolu saturošās daļas attīstās normāls organisms.

Eksperimenti ar acetabulārijām – siltajās jūrās dzīvojošām viensūnas aļģēm, ar milzu apmēru šūnām. Vidusjūras acetabulārija izskatās pēc sēnītes ar plakanu cepuri (daži mm, dažām sugām cepurītes diametrs sasniedz pat 5 cm) uz gara kātiņa, pie kam aļģes kodols atrodas pašā kātiņa lejas galā, pie sakņveidīgajiem izaugumiem (rizoīdiem), ar kuriem aļģe piestiprinās pie grunts. Un visa šī "sēne" – aļģe sastāv no vienas vienīgas šūnas!

Šajos eksperimentos acetabulāriju sagriež gabaliņos – atdala kātiņu no cepurītes un pēc tam novēro, kā tie "izturēsies". Var novērot sekojošu ainu:

Ja nogriež kātiņu, tad cepurīte (bezkodola daļa) galu galā aiziet bojā, kaut arī kādu laiku tā vēl var, izmantojot Saules gaismas enerģiju, sintezēt organiskās vielas no ogļskābās gāzēs un ūdens.

Kātiņa lejasdaļa, kur atrodas kodols, pēc kāda laika "apgādājas" ar jaunu cepurīti, viss notiek tāpat kā ar ķirzaku astēm.

Visinteresantākais moments. Kad "atjaunotajai" acetabulārijai ir pienācis laiks dalīties, tad "cepurīte" tiek tikai vienai pusei, vienam jaunajam aļģes indivīdam, turpretim otrs ir spiests "būvēt" sev citu cepurīti.

Sarežģītāks ir eksperiments ar aļģu "veģetatīvo hibrīdu". Vidusjūras acetabulārijai cepurīte ir apaļa un ieliekta. Citas sugas, piemēram, Vetšteina acetabulārijai cepurīte ir sadalīta lēveros un, izskatās pēc ziedīņa. Eksperiments: Vidusjūras acetabulārijas kātiņa vidus daļu bez cepurītes pārstādīja uz Vetšteina acetabulārijas sakņveida izaugumiem (rizoīdiem). Iegūtais "veģetatīvais hibrīds" ātri sev piebūvēja klāt jaunu cepurīti un tā bija sadalīta lēveros – t.i. izskatījās kā Vetšteina acetabulārijai. Tas ir arī saprotams, jo šūnas kodols ar ģenētisko informāciju nāca taču no Vetšteina aļģes kodola.

Visvienkāršākie bezšūnu dzīvie organismi – vīrusi. Tabakas mozaīkas vīruss (TMV) ir pats pirmais atklātais un vislabāk izpētītais vīruss. Tas veidots kā gara nūjiņa, precīzāk caurulīte, kas par 95% sastāv no olbaltumvielām un par 5% – no ribonukleīnskābes (RNS). Cauruļveidīgais olbaltumvielu futrālis sastāv apmēram no 2300 molekulām; uz tā iekšējās virsmas lēzenā spirālē izvietots garš dezoksiribonukleīnskābes (DNS) pavediens – ģenētiskās informācijas nesējs.

66%-īgā etiķskābē TMV sadalās atsevišķās olbaltumvielu un RNS molekulās. Skābi neitralizējot ar sārmu, olbaltumvielu molekulas atkal sakārtojas kopā, izveidojamas garas cauruļveidīgas čaulītes, pie to izveides RNS klātbūtne nav obligāta. Tad kad tās nav, izveidojas tikpat garas vai pat garākas olbaltumvielu caurulītes, kas ārēji nav atšķiramas no sākotnējām vīrusa daļiņām.

Bet šis ar skābi apstrādātais TMV vairs nespēj inficēt tabakas šūnu. Kopā ar DNS un tās ģenētisko programmu zaudēta dzīvības pamatipašība – pašatveide (jaunatveidošana).

## 11. Problēmas pēc pirmās bioloģijas aksiomas.

Esam apskatījuši pirmo bioloģijas aksiomu:

Jebkurš dzīvais organisms ir kopums, kurā fenotips apvienots ar tā izveidošanas programmu (genotipu), kas pārmantojas no paaudzes uz paaudzi.

Tā ir pamatā visiem dzīvajiem organismiem no vīrusa līdz cilvēkam. No šīs atziņas izriet vairākas problēmas, kuru risināšana noved pie otrās bioloģijas aksiomas formulēšanas. Kādas tad problēmas izvirzās?

Vai ar genotipā esošo informāciju pietiek, lai sakomplektētu visas fenotipa izveidei nepieciešamās instrukcijas? Kas ir sarežģītāks – genotips vai fenotips?

Ar kādiem līdzekļiem paaudzi pēc paaudzes atveidojas ģenētiskā programma, pēc kuras attīstās organisms?

## **XVII. Iedzimtības saglabāšanās un pārmantošanas mehānisms – otrā bioloģijas aksioma.**

1. Jautājumi pēc pirmās aksiomas.
2. Otrās bioloģijas aksiomas formulējums.
3. DNS molekulas uzbūve.
4. DNS pārkopēšana.
5. Olbaltumvielu uzbūve (struktūra).
6. Ģenētiskais kods.
7. Fermenti un to loma.
8. Olbaltumvielu sintēze.
9. Ģenotipa un fenotipa sarežģītība.
10. Ģēnu inženierija.
11. Projekts "Cilvēka genoms".
12. Ģēnu inženierija, ētika, filozofija un teoloģija.

### Literatūra.

1. В. Медниковс. Биолоģijas aksiomas. Rīga, "Zinātne", 1987.
2. П. Кемп, К. Армс. Введение в биологию. Москва, "Мир", 1988.
3. Леон Джарофф. Охота за геном. "За рубежом", н. 27, 28 (1989).
4. Andris Rubenis, Ētika XX gadsimtā. Praktiskā ētika. "Zvaigzne ABC" Rīga, 1996. (6. nodaļa).

## 1. Jautājumi pēc pirmās aksiomas.

### Dzīvības definīcija (B. Medņikova):

“Dzīvība ir aktīva enerģiju patērējoša specifiskas struktūras uzturēšana un jaunatveidošana.”

### Pirmā bioloģijas aksioma:

“Jebkurš dzīvais organisms ir kopums, kurā fenotips (pats organisms) apvienots ar tā izveidošanas programmu (genotipu), kas pārmantojas no paaudzes uz paaudzi.”

Pēc pirmās bioloģijas aksiomas rodas jautājumi:

1. Ar kādiem līdzekļiem paaudzi pēc paaudzes atveidojas ģenētiskā programma, pēc kuras attīstās organismi?
2. Vai ar genotipā esošo informāciju pietiek, lai sakomplektētu visas fenotipa izveidei nepieciešamās instrukcijas? Kas ir sarežģītāks – genotips vai fenotips?

## 2. Otrās bioloģijas aksiomas formulējums.

Otro bioloģijas aksiomu pirmoreiz skaidri formulēja 1927. gadā III PSRS zoologu un anatomu kongresā Īepingradā krievu biologs Nikolajs Konstantinovičs Koļcovs (1872 – 1940).

Saskaņā ar viņa priekšstatiem, hromosoma ir gigantiska molekula, “iedzimtības molekula” (1935. gads), kurā lineārā secībā izvietotas olbaltumvielu molekulas – gēni. Katrs gēns – olbaltumviela ir ar ķīmiskām saitēm savienota aminoskābju virkne.

Koļcova hipotēze – no jauna rasties tādas molekulas nevar. Pārāk maza ir varbūtība, ka aminoskābes pašas no sevis, bez jebkāda kārtjoša faktora sanāks kopā un sarindosies vajadzīgajā secībā. Piemēram, ņemot citohromu C (tā nav lielākā olbaltumviela – tā sastāvā ir 100 aminoskābju), šādas virknes variantu skaits ir ap  $10^{130}$ . Ja Visums sastāvētu no citohroma C, tad tajā varētu savietoties tikai ap  $10^{74}$  citohroma molekulu! Tomēr šī secība atveidojas katrā paaudzē, kļūdas varbūtība ir niecīga.

Tāpēc Koļcovs formulē otro bioloģijas aksiomu:

**“Iiedzimtības molekulas” sintezējas matricveidīgi. Par matrici, uz kuras top nākamās paaudzes gēns, kalpo iepriekšējās paaudzes gēns.**

Šī aksioma noslēdz iepriekšējo paaudžu biologu spriedumu ķēdi: **Omne vivum ex vivo** (“viss dzīvais no dzīvā”, Frančesko Redi (1626 – 1698)). **Omnis cellula ex cellula** (“katra šūna no šūnas”, XIX gs. atziņa). Katra molekula no molekulas (N. Koļcovs).

Matricveida kopēšanas princips ir pazīstams jau no senatnes (zīmogi). Koļcovs bija kļūdījies tikai iedzimtības molekulas materiāla izvēlē – tā nav vis olbaltumviela, bet gan DNS molekula, kuras struktūru un spēju matricveidīgi kopēt atšifrēja 1953. gadā.

## 3. DNS molekulas uzbūve.

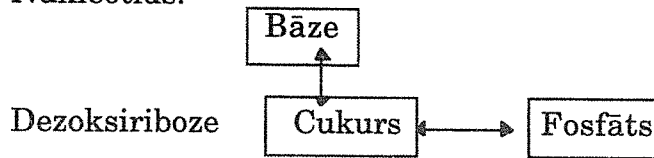
“Iiedzimtības molekulas” – DNS struktūru 1953. gadā atšifrēja amerikāņu biologs Džeimss Votsons (J.D. Watson, dz. 1928.) un angļu fiziķis Frensiss Kriks (F.H.C. Crick, dz. 1916.) – abi ir Nobela prēmijas laureāti (1962. gadā).

DNS – dezoksiribo nukleīnskābe

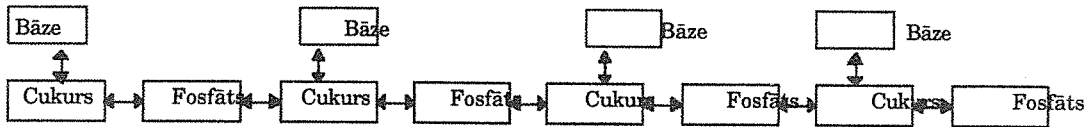
“nucleus” – cukura    “nucleus” – kodols  
riboze bez skābekļa    šūnu kodolos esošā skābe

DNS – polimērs, pavediena formā sastāv no elementiem – nukleotīdiem.

Nukleotīds:



Veidojas nukleotīdu ķēde:

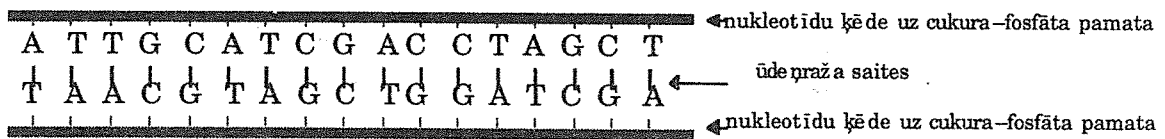


Cukurs un fosfāts ir kopīgs visā DNS ķēdē, bet bāzes ir četras:

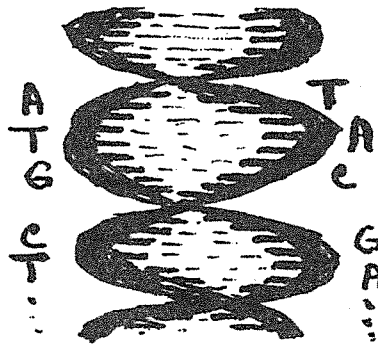
Adenīns – A ↔ T – Timīns Guanīns – G ↔ C – Citozīns,

kuras veido ģenētisko alfabētu: A, T, G, C.

Bāzes vienmēr saistās secībā: A ↔ T un G ↔ C divās nukleotīdu ķēdēs.



Praktiski DNS molekula – dubultspirāle – ar soli  $34 \approx 3.4 \times 10^{-7}$  cm un ar apmēram 10 nukleotīdiem uz apgriezību. Zarnu nūjiņas baktērijas DNS molekulas masa ir 2 – 4 miljardi  $((2 - 4) \times 10^9)$  atomu masas vienību un satur 3 – 6 miljonus bāzu. Cilvēka DNS – 2 – 3 miljardi bāzu (145 enciklopēdijas sējumi) un cilvēka DNS garums ap 3 m.



#### 4. DNS pārkopēšana.

Abi DNS pavedieni ir koplementāri – katra atsevišķa spirāles pavediena bāzu virkni var iegūt no otra spirāles pavediena bāzu virknes aizstājot adenīns (A) ↔ (T) timīns un guanīns (G) ↔ (C) citozīns.

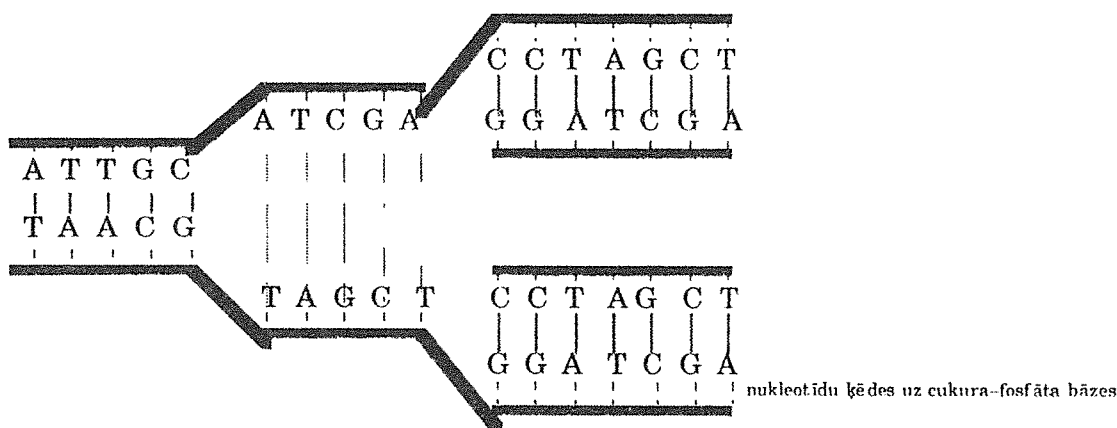
DNS dubultspirālē – pavedienu pāri ierakstītās informācijas daudzums atbilst vienā pavedienā ierakstītās informācijas daudzumam – otrs pavediens ir tikai kopija.

DNS kopēšanā pastāv divi mehānismi:

1) DNS replikācija – process, kurā precīzi atveidojas pašas DNS molekulas, kas ir absolūti nepieciešams sakarā ar augšanas un vairošanās procesiem, jo katras organisma šūnas rīcībā ir jābūt vismaz vienam precīzām instrukcijas eksemplāram.

DNS replicēšanās notiek saraujot vājo (ūdeņraža) ķīmisko saiti starp bāzu pāriem. Tad DNS pavedieni sāk atdalīties viens no otra un tiem

var sākt pievienoties nukleotīdi, kas ir vidē ap DNS molekulu, pievienošanās noteikumiem  $A \leftrightarrow T$ ,  $G \leftrightarrow C$  paliekot tiem pašiem.

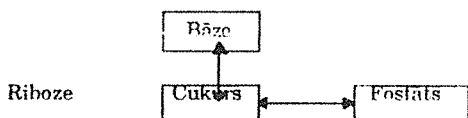


Kad izejas DNS dubultspirāles pavedieni būs atdalījušies pilnīgi, tad viena DNS pāra vietā būs izveidojušās divas DNS dubultspirāles ar vienādu bāzu secību.

2) DNS transkripcija (pārkopēšanās) RNS molekulās.

Ribonukleīnskābes (RNS) atšķirības no DNS:

1) Nukleotīds:

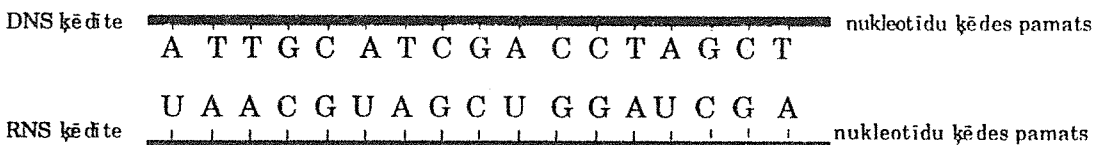


2) Bāzu pāru atbilstība:

Adenīns  $A \leftrightarrow U$  uracils (timīna vietā),

Guanīns  $G \leftrightarrow C$  citozīns.

Tad transkripcijas procesā DNS – RNS var sintezēt jebkuru RNS molekulu skaitu:

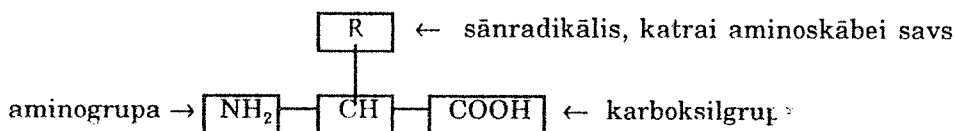


## 5. Olbaltumvielu uzbūve.

Olbaltumviela – polimērs, ko veido 20 dažādu tipu elementārie posmi – 20 aminoskābes:

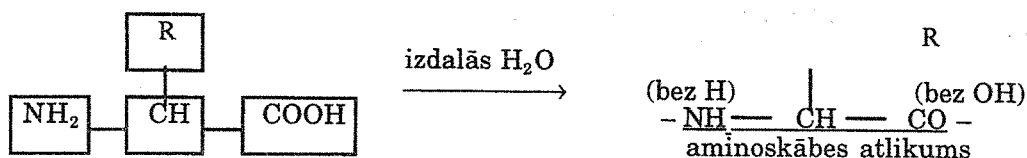
glicīns – gli.	serīns – ser.	arginīns – arg.	triptofāns – tri.
alanīns – ala.	treonīns – tre.	līzīns – līz.	asparagīns – asn.
valīns – val.	prolīns – pro.	fenilalanīns – fen.	asparagīnskābe – asp.
izoleicīns – ile.	metionīns – met.	tirozīns – tīr.	glutamīns – gln.
leicīns – lei.	cisteīns – cis.	histidīns – his.	glutamīnskābe – glu.

Katrai aminoskābei ir samērā vienkārša struktūra – tās atšķiras viena no otras pēc sānradikāļa R uzbūves.

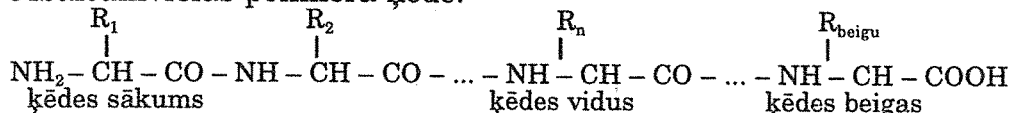


Olbaltumvielas molekula veidojas no ķēdes, kurā aminoskābes pa pāriem savienojas izdaloties ūdens ( $H_2O$ ) molekulai:





Olbaltumvielas polimēra ķēde:



Olbaltumvielas molekulas ķēdes elementārais fragments – aminoskābes atlikums. Olbaltumvielas molekulu aminoskābju virkni pieraksta virzienā no  $NH_2 \rightarrow COOH$  (brīva aminogrupa kreisajā pusē – brīva karboksilgrupa labajā).

Olbaltumvielas noslēdz t.s. molekulārās bioloģijas “centrālo dogmu”:

**DNS  $\rightarrow$  RNS  $\rightarrow$  olbaltumviela,**

kas izsaka to, ka sākotnējā ģenētiskā informācija par dotās olbaltumvielas uzbūvi ir ierakstīta DNS molekulā, no turienes tā tiek kopēta (pārnēsta) uz RNS molekulu (transkripcijas process) un pēc šīs RNS molekulā ierakstītās informācijas tiek sintezēta dotā olbaltumviela (translācijas process).

## 6. Ģenētiskais kods.

Ģenētiskais kods nosaka molekulāro mehānismu, pēc kura uz RNS molekulā ierakstītās “instrukcijas” pamata sintezējas olbaltumvielas molekula:

**RNS  $\rightarrow$  olbaltumviela (4 bāzes  $\rightarrow$  20 aminoskābes).**

Ģenētiskā koda atklājēji 1961. – 1965. gados: F.Kriks un amerikāņu biokīmiki – Severo Očo (S.Ochoa, dz. 1905.), Maršals Nirenbergs (dz.1927.).

Koda pamatā: RNS bāzu trijotne kodē 1 aminoskābju atlikumu ( $4 \times 4 \times 4 = 64$  kombinācijas).

Ģenētiskā koda tabula:

UUU – fen.	CUU – lei.	AUU – ile.	GUU – val.
UUC – fen.	CUC – lei.	AUC – ile.	GUC – val.
UUA – lei.	CUA – lei.	AUA – ile.	GUA – val.
UUG – lei.	CUG – lei.	AUG – met.	GUG – val.
UCU – ser.	CCU – pro.	ACU – tre.	GCU – ala.
UCC – ser.	CCC – pro.	ACC – tre.	GCC – ala.
UCA – ser.	CCA – pro.	ACA – tre.	GCA – ala.
UCG – ser.	CCG – pro.	ACG – tre.	GCG – ala.
UAU – tir.	CAU – his.	AAU – asn.	GAU – asp.
UAC – tir.	CAC – his.	AAC – asn.	GAC – asp.
UAA – termin.	CAA – gln.	AAA – liz.	GAA – glu.
UAG – termin.	CAG – gln.	AAG – liz.	GAG – glu.
UGU – cis.	CGU – arg.	AGU – ser.	GGU – gli.
UGC – cis.	CGC – arg.	AGC – ser.	GGC – gli.
UGA – termin.	CGA – arg.	AGA – arg.	GGA – gli.
UGG – tri.	CGG – arg.	AGG – arg.	GGG – gli.

Četras RNS bāzes: A, U, G, C, (adenīns, uracils, guanīns, citozīns).

61 kodons (triplets) no 64 kodē 20 aminoskābes, pie kam, deģenerētie kodoni kodē vienu un to pašu aminoskābi, piemēram, leicīnu – 6 tripleti, prolīnu – 4 tripleti. Terminālie tripleti – UAA, UAG, UGA – “atstarpe”, kas “ziņo” par olbaltumvielas molekulas beigām, sintēzes sākuma signāls – AUG (metionīns).

## 7. Fermenti un to loma.

Apskatot shēmu: “DNS → RNS → olbaltumvielas” rodas jautājumi:

- 1) No kurienes šūnā rodas nukleīnskābju un olbaltumvielu molekulu būvēšanas izejvielas – nukleotīdi un aminoskābes?
- 2) Kā nukleotīdus un aminoskābes piespiest savienoties ķēdītēs?

To panāk ar fermentu palīdzību. Fermenti arī ir olbaltumvielas, kuru svarīgākā īpašība ir selektīvi katalizēt (paātrināt) ķīmiskās reakcijas.

Šūnā ir vairāki simti dažādu vielu un gandrīz katra no tām var kaut kā (dažreiz 10–tos un pat 100–tos dažādos veidos) reaģēt ar katru no pārējām. Ja visas šīs reakcijas noritēs spontāni, tad šūnā iestātos liels haoss. Daļēji šo haosu novērš spontāno reakciju ļoti mazais ātrums. Sekundē reakcijā iesaistās parasti tikai ik katra  $10^{-10}$  (10–miljardā) noteikta tipa molekula, tas attiecas uz lielāko daļu no šūnā esošajām vielām (ir arī straujākas reakcijas).

Galvenie ķīmisko reakciju regulētāji un kārtotāji ir fermenti, to klātbūtne ķīmiskās reakcijas, (t.s. fermentatīvās reakcijas) noris pavisam citādi:

- 1) ikviens ferments ir ārkārtīgi izvēlīgs – palīdz tikai stingri noteiktām vielām (dažreiz – tikai vienam vienīgam vielu pārim) stāties stingri noteiktā reakcijā;
- 2) neizmērojami pieaug reakcijas ātrums – 1 sekundē fermenta molekula reakcijā iesaista (savieno vai izšķir vai pārstata vietām) atomus no vairākiem 1000 – 100 000 substrāta (ķīm. savienojuma, pret kuru ir aktīvs attiecīgais ferments) molekulu pāru;
- 3) ferments bieži vien ir tik negrozāmi “ieprogrammēts” uz noteiktu reakciju, ka nepieņem pat visniecīgākās pārmaiņas substrāta molekulas struktūrā. Šāds superspecializēts ferments “pieķers” pat viena vienīga papildu atoma ievadišanu, piemēram, 20 atomu molekulas struktūrā, turklāt pozīcijā, kas atrodas tālu no reakcijas aptvertajiem molekulas atomiem. Reakciju ar “sagrozītās” vielas līdzdalību šis ferments nekatalizē.

Tātad fermenti:

- 1) palīdz ar noteiktu ķīmisko reakciju virkni sintezēt nukleotīdus no vielām, kas ieplūst šūnā no ārienes;
- 2) palīdz iegūt enerģiju šo molekulu sintēzei, attiecīgam fermentam “darbinot” kādu citu reakciju, kurā enerģija izdalās un “nodrošinot” arī šīs enerģijas “transportu”.

## 8. Olbaltumvielu sintēze.

Olbaltumvielu sintēze – ļoti sarežģīts process, tā notiek šūnas citoplazmā un ribosomā (ribosoma – masīvāka par vidējo olbaltumvielas molekulu, tās izmērs ir  $\sim 200 \text{ \AA}$ , tā ir olbaltumvielu sintēzes “darbagalds”).

Ir divu veidu RNS molekulas:

- 1) informācijas RNS – “i-RNS” (ar molekulsvaru  $A \sim (2.5 - 5) \times 10^5$  a.m.v.), (salīdzināšanai DNS molekulsvars:  $A = (2-4) \times 10^6$  a.m.v.);
- 2) transporta RNS – “t-RNS” (ar molekulsvaru  $A \sim (2.5 - 3) \times 10^4$  a.m.v.).

Pavisam ir 20 tipu t-RNS – katrai aminoskābei sava.

Sintēzes process (ļoti shematiski):

- 1) ribosoma (“darba galds”) piesaistās pie i-RNS pavediena vietā, kur sākas sintezējamās olbaltumvielas aminoskābju secības

- “pieraksts”. Vietu ribosoma “atpazīst”, jo tās sastāvā arī ir RNS. Tad ribosoma ir gatava uzņemt t – RNS kompleksu ar aminoskābi;
- 2) pati aminoskābe “nepazīst” savu t – RNS! Attiecīgai aminoskābei atbilstošo t – RNS pazīst speciāls ferments – aminoacilsintetāze (to ir 20 dažādu tipu). “Satvēris” aminoskābes molekulu ferments pievieno to “savas” t – RNS attiecīgajam iecirknim;
  - 3) t – RNS komplekss ar attiecīgo aminoskābi “piestāj” pie ribosomas, kas piesaistīta pie i – RNS. Komplekss mijiedarbojas kā ar ribosomu tā arī ar i – RNS. Atvestā aminoskābes molekula atšķēļas no t – RNS un saistās ar ribosomu, ribosoma pavirzās uz priekšu pa i – RNS. Pēc tam atdalās t – RNS. Tagad ribosoma “prasa” jaunu t – RNS ar attiecīgo aminoskābi, ko tā “uzzin” no i – RNS;
  - 4) tā šis process turpinās līdz ribosoma, virzoties pa i – RNS sasniedz beigu signālu, piemēram, tripletu UAA, kas signalizē, ka olbaltumvielas molekulas aminoskābju virkne ir beigusies;
  - 5) ribosoma atdalās no i – RNS, bet gatavā olbaltumvielas molekula no ribosomas. Olbaltumvielas sintēze ir pabeigta.

Uz vienas i – RNS molekulas var “sēdēt” vairākas ribosomas un reizē sintezēt vairākas olbaltumvielas. Olbaltumvielas var arī sintezēties uz i – RNS, kura pati vēl tikai top!

## 9. Genotipa un fenotipa sarežģītība.

Iepriekšējās lekcijas beigās – jautājums: Vai ar genotipā esošo informāciju pietiek, lai sakomplektētu visas fenotipa izveidei nepieciešamās instrukcijas? Kas ir sarežģītāks – genotips vai fenotips?

Pamazām kļūva skaidrs, ka, piemēram, olšūnas genomā (tās DNS) ir kodēta tikai informācija par olbaltumvielu sākotnējo struktūru, to sintēzes secību un intensitāti. Tātad kodēts nevis pats fenotips, bet gan vesela sērija instrukciju par tā izveidi – par šūnas daļu, šūnu, audu un orgānu līmenī norisošu pašmontāžu.

“Vidējā” olbaltumvielā, kas raksturīga visai dzīvībai dabai, ir ap 300 – 350 aminoskābju atlikumu. Tātad “vidējā” gēnā, kas kodē šo olbaltumvielu, ir ap 1000 nukleotīdu.

Izrādījās, ka DNS daudzums šūnas kodolā ir pārāk liels, salīdzinot ar to, kas nepieciešams dotā (aprakstāmā) fenotipa izveidei!

Dažādo olbaltumvielu skaits:

	Drozofilas mušīnai	Zīdītājiem
Genotipā (genomā) var būt kodēta informācija par	~100	$(3-6) \times 10^6$
Fenotipā praktiski sastop (tā šūnas var sintezēt)	5000 olbaltumvielas	50 000 – 100 000 olbaltumvielas

“Liekā” DNS pārsvarā ir regulējošā DNS, kas šūnai diktē, par ko tai kļūt. Diferencētās šūnas, cita ar citu mijiedarbodamās veido jaunas struktūras – organisma audus, no tiem savukārt rodas orgāni un viss organisms kopumā. Galu galā fenotipa izveidi nosaka matricsintēze un pašmontāža.

Bet fenotips ir daudz “nabagāks” par genotipu, ar kura pūlēm tas tapis. Savos genotipos mēs glabājam informāciju par to, kāds fenotips ir bijis pat visai tāliem mūsu priekštečiem.

Piemēram, bērns var būt līdzīgs vecvecākiem (gēns, kas nosaka vectēva zilacainību izpaužas mazdēla fenotipā, kaut arī tēvs ir brūnacains).

Kašaloti – katram 10 000. ir rudimentas pakājkājas, kuras šai sugai zudušas jau pirms 60 miljoniem gadu.

Tātad fenotips ir vismaz 10 – 20 reizes “mazāks” (pēc tajā izmantotās genotipa informācijas) par to genotipa struktūru, kas fenotipā neizpaužas.

Organismam, kas nonācis jāvnos apstākļos, var parādīties jaunas pazīmes, kuru tam fenotipā nav bijis, bet, kuru tapšanai nepieciešmā struktūras informācija un izveides instrukcija genotipā ir saglabājusies.

Visi līdz šim zināmie bioloģijas fakti viennozīmīgi liecina: itin visa informācija, kas apraksta fenotipa sarežģītību ir atrodama genotipā.

Otrā bioloģijas aksioma tāpat postulē plašu matricopēšanas izplatību dzīvības procesos:

- 1) jaunā DNS kopējas uz vecās DNS matricas,
- 2) arī matric – RNS kopējas uz DNS matricas,
- 3) uz matric – RNS ar pāreju uz citu kodu (bāzu triplets → aminoskābe) kopējas polimēra ķēde, kas veido olbaltumvielu.

No šī viedokļa visa dzīvība ir matricopēšanās un tai sekojoša kopiju pašmontāža.

Tā ir tikai dzīvības "statika". Ja matricopēšanās process 100% atbilstu pilnībai, tad nebūtu nekādu organismu izmaiņu un evolūcijas daudzu paaudžu mijā.

Tāpat – jāaplūko dzīvības "dinamika".

Tā reducējama uz problēmām:

- 1) Pēc kādām likumībām mainās iedzimtības matricas?
- 2) Kā tās atsaukas uz fenotipiem?

Ar šīm problēmām ir saistīta trešā un ceturtā bioloģijas aksioma, kas apskata nejaušo pārmaiņu, apkārtējās vides lomas, evolūcijas, dabiskās izlases strīdīgos un daudz diskutētos jautājumus. Tās mēs aplūkosim nākošajā lekcijā.

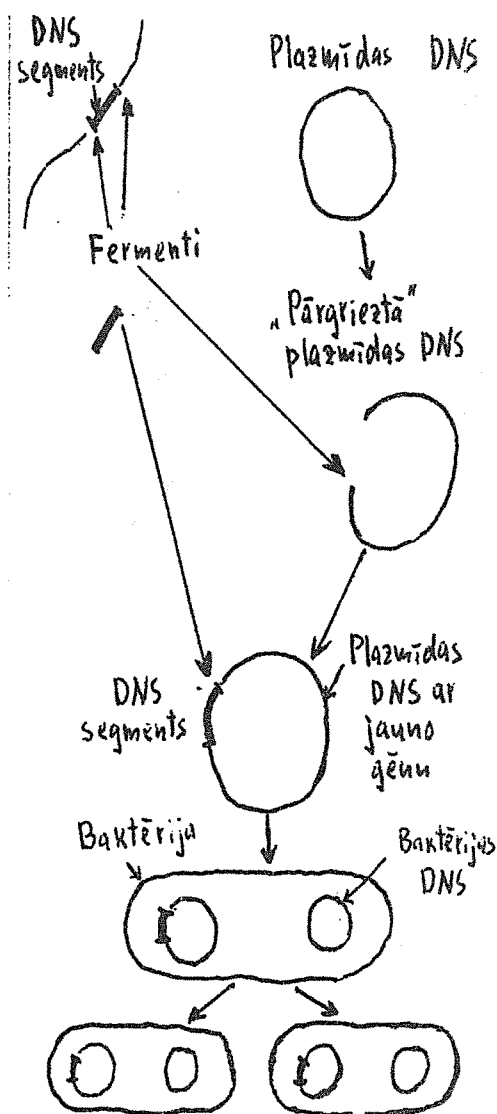
## 10. Gēnu inženierija.

Nukleotīdu secība DNS tātad nosaka aminoskābju secību atbilstošajā olbaltumvielā. šis process tagad ir ļoti izpētīts un laboratorijā var iegūt atsevišķus DNS fragmentus, kas kodē noteiktas olbaltumvielas. Pirmo reizi māksīgo gēnu ieguva un sekmīgi ievadīja baktēriju kultūrā amerikāņu biokيميķis Hars Gobinds Korāna (H.G.Khorana, dz.1922.) 1970. gadā.

Pašreizējais zinātnes attīstības līmenis ļauj attīstīt jaunu tehnoloģijas nozari – gēnu inženieriju, kas saistīta ar tādu metožu izstrādāšanu, kas ļauj ievadīt šūnās “mums vēlamā” ģenētisko informāciju.

Mūsdienās jau plaši izplatīta ir viena no gēnu inženierijas metodēm: rekombinantnās DNS veidošana – viena organisma DNS ievadīšana otra organisma šūnā. Zemākiem organismiem, piemēram, baktērijām, tā notiek ar sekojošu operāciju palīdzību:

- 1) Ņem DNS, kuru ir paredzēts pārnest uz cita organisma šūnu un apstrādā to ar speciāliem fermentiem, kas “izgriež” no DNS iecirkni (DNS segmentu), kuru ir paredzēts pārnest.
- 2) Ievada izgriezto DNS segmentu speciālā nelielā gredzenveida DNS molekulā – plazmīdas DNS:
  - a) fermenti “pārgriež” plazmīdas DNS gredzenu,
  - b) plazmīdas DNS gredzenā “ieslēdz” (ar saudzēšanas jeb splaisinga metodi) pārnesamo DNS segmentu un “noslēdz” plazmīdas DNS gredzenu.
- 3) Plazmīdas DNS nonāk baktērijas šūnā un baktērija iegūst spēju izveidot olbaltumvielu, ko kodē plazmīdas DNS.
- 4) Jaunais gēns – plazmīdas DNS pirms baktērijas šūnas dalīšanās replicējas kopā ar baktērijas DNS.



Tā kā baktērijas vairojas ļoti ātri, tad šī metode ļauj bioloģiem ļoti īsā laikā iegūt daudzas tos interesējošā gēna kopijas. šīs kopijas var izmantot vai nu tīri zinātniski, lai noteiktu dotā gēna nukleotīdu secību, vai arī praktiski, lai iegūtu šī gēna “saražoto” olbaltumvielas produktu lielos daudzumos.

Daži rekombinantnās DNS metodes izmantošanas praktiskie piemēri:

- 1) Insulīna ražošana. Insulīns – olbaltumviela, hormons, ko ražo aizkuņģa dziedzeris. Tā vissvarīgākais fizioloģiskais efekts ir cukura satura pazemināšana asinīs, palielinot šūnu membrānu caurlaidību glikozei un veicinot tās pāreju audos, tāpēc tas vajadzīgs miljoniem cukurslimnieku (diabētiķu). Insulīnu atklāja kanādiešu fiziologi F.

Bantings un Č. Vests (1921. – 1922. g.), bet tā struktūru izpētīja angļu bioķīmiķis F. Sendžers (1945. – 1956. gados). Insulīna molekula (molekulārsvars A~6000) sastāv no divām polipeptīdu ķēdēm, kas satur 51 aminoskābes atlikumu. Līdz šim visus insulīna preparātus ieguva no kaujamo lopu – govju un cūku – aizkuņģa dziedzeriem, bet tā bija sarežģīta un dārga procedūra.

1982. gadā ASV sanitārās uzraudzības pārvalde izdeva patentu insulīna ražošanai ar rekombinantnās DNS metodi – gēnu inženieriju.

- 2) Interferonu iegūšana. Interferoni – tās ir specifiskas olbaltumvielas (ar molekulārsvaru A~25 000 – 110 000), kas nomāc vīrusu vairošanos. Interferoni veidojas organismu šūnās pie vīrusu infekcijām, tie darbojas kā imunitātes faktors pret vīrusiem. Interferoni nomāc dažādu vīrusu vairošanos, bet tie ir aktīvi tikai tā organisma šūnās, kurās tie ir iegūti, piemēram, vistas šūnu interferons apspiež vīrusus tikai vistas organisma šūnās. Interferonu antivīrusu darbības mehānisms, acīmredzot, ir saistīts ar jaunu šūnu produktu veidošanu, kuri apgrūtina (kavē) to olbaltumvielu sintēzi, kas ir specifiskas vīrusiem. Tādā veidā interferoni, kurus izstrādā un izdala ar vīrusiem inficētās šūnas, pasargā blakus esošās veselās šūnas no vīrusu infekcijas. Ir pamats uzskatīt, ka interferoni var dot ļoti labu efektu pie dažu vīrusu slimību, tai skaitā kārpu un dažu vēža paveidu, ārstēšanas.

70. gados interferonu medicīnas vajadzībām ieguva tikai vienā ļoti darbietilpīgā ceļā, ekstrahējot to no cilvēka šūnām, tāpēc interferona bija maz un tas bija ļoti dārgs.

1980. – 1982. gados kādas farmaceitiskās firmas zinātniekiem izdevās ievadīt zarnu nūjiņas baktērijās šūnā trīs cilvēka gēnus, kas nosaka interferona sintēzi. Tas dod iespēju iegūt interferonu ar rekombinantnās DNS metodi pietiekamos daudzumos.

- 3) Pielietojumi lauksaimniecībā. Lauksaimniecībā tiek veikti pētījumi vairākos virzienos:

- a) tiek mēģināts ievest dažādu kultūraugu šūnās gēnus, kas nodrošina šo augu izturību pret īpaši kaitīgām un bīstamām slimībām;
- b) cits pētījumu virziens ir saistīts ar tādu gēnu izdalīšanu, kas ļauj pupu dzimtas augiem veidot simbiozi (kopdzīvi) ar slāpekli saturošām baktērijām. Tādas baktērijas, kas dzīvo pupu augu saknēs, pārnēs gāzveida slāpekli, no kura galvenokārt sastāv mūsu atmosfēra, uz tādu tā savienojumu formu, kas ir pieejama (izmantojama) augiem. Ja atbilstošos gēnus varētu pārnēs uz citiem kultūraugiem un pēc tam "apdzīvot" šos augus ar slāpekli saturošām baktērijām, tad nebūtu jāizmanto dārgi slāpekļa minerālmēslojumi.

Citi gēnu inženierijas pētījumi.

Rekombinantnās DNS metodi mēģina pielietot arī, lai iegūtu drošas vakcīnas (potes) pret slimībām un lai noskaidrotu kā strādā atsevišķi gēni, it īpaši tie, kas piedalās organisma attīstībā. Piemēram, ir jau izdevies pārstādīt vienas augļu mušiņas – drozofilas – līnijas (ar sarkanām acīm) gēnus citas līnijas drozofilu embrijiem (ar parastām brūnām acīm). Kad no embrijiem attīstījās pieaugušas augļu mušiņas, tad tās nodeva saviem pēctēkiem transplantēto gēnu un līdz ar to arī rubīnsarkano acu krāsu brūno vietā.

## 11. Projekts "Cilvēka genoms".

1989. gada janvārī ASV Nacionālajā veselības institūtā bija sapulcējušies zinātnieki: biologi, mediķi, kompjūteru speciālisti, ētikas profesori u.c. Molekulārais biologs Nortons Cinders atklājot sanāksmi teica:

"šodien mēs sākam. Mēs sākam cilvēka bioloģijas izpēti, kurai nav gala. Kad vien to neuzsākt, vienmēr tā būs avantūra, vēltīgs mēģinājums. Un, kad tas būs pabeigts, tad kāds cits sēdīsies šai krēslā un teiks: "Laiks sākt!"."

Ar šiem vārdiem formāli savu darbu sāka monumentālais projekts "Cilvēka genoms", kura mērķis – pilnīga cilvēka DNS molekulā ierakstītās ģenētiskās informācijas nolasišana un atšifrēšana.

DNS molekulā ierakstītās ģenētiskās informācijas apjoms:

- 1) zarnu nūjiņas baktērijas DNS –  $4.5 \times 10^6$  nukleotīdu pāru;
- 2) rauga sēnītes DNS –  $15 \times 10^6$  nukleotīdu pāru;
- 3) cilvēka DNS –  $3 \times 10^9 = 3$  miljardi nukleotīdu pāru!

Pavisam cilvēka DNS ap 3 metru garumā – satur 100 000 gēnu, kuru apjoms ir ap 10 000 – 15 000 nukleotīdu pāru katram. Vēl nesen identificēti bija tikai 4550 cilvēka gēnu, tikai daži no tiem ir pilnīgi atšifrēti. Līdz šim šo atšifrēšanu veica zinātnieku grupas "ar rokām", viena gēna analīzei aizgāja vairāki gadi.

Tagad ir izstrādāta nukleotīdu pāru secības (sequence) automātiskās noteikšanas metodika, jau tagad var noteikt 16 000 nukleotīdu pāru dienā, bet tiek uzskatīts, ka nepieciešams noteikt  $10^5 - 10^6$  pāru dienā.

Par "Cilvēka genoma" projekta vadītāju tika izvēlēts Džeimss Votsons (DNS struktūras atšifrētājs 1953. gadā). šo projektu 1988. gada aprīlī apsprieda ASV kongresā un tam izdalīja 31 miljonu dolāru, pavisam 1989. gadā tam atvēlēja 53 miljonus dolāru. Uzskata, ka turpmāk izdevumi pieaugs un varētu sasniegt ap 200 miljonu dolāru gadā.

Pavisam "Cilvēka genoms" plānots uz 15 gadiem (1989. – 2003.) – izmaksās 3 miljardus dolāru.

## 12. Gēnu inženierija, ētika, filozofija un teoloģija.

Gēnu inženierijas perspektīvas – "kartografējot" un manipulējot ar ģenētisko informāciju un tās nesējiem – cilvēku DNS molekulām varētu:

- 1) uzveikt vairāks slimības (īpaši ģenētiskās);
- 2) "uzlabot" cilvēka dabīgās spējas;
- 3) zināmā mērā vadīt un noteikt cilvēka likteni (jau pirms dzimšanas).

Bet – molekulārā bioloģija un gēnu inženierija ir ar milzīgu gan labā, gan ļaunā darīšanas potenciālu! Visas iespējamās izmaiņas var tikt ienestas ne tikai laboratorijas izmēģinājumu dzīvnieka, bet arī cilvēka DNS molekulā!

Jaunā gēnu inženierija rada veselu virkni juridisku, ētisku, filozofisku un teoloģisku problēmu: sākot ar iespēju iejaukties cilvēku privātajā un intīmajā dzīvē, radīt dažāda veida diskrimināciju, izvirzīt cilvēka un tā Radītāja attiecību jautājumu.

Piemēram, dažādās dilemmas, kas saistītas ar ģenētiskajām zināšanām un gēnu inženieriju rodas jau pirms dzimšanas:

- 1) jau tagad var noteikt nākošā bērna dzimumu – zēns vai meitene;
- 2) var noteikt vai bērns būs ar normālu vai palēninātu attīstību, vai tas būs kroplis vai ar kādu smagu ģenētisku defektu.

Jautājums: ko darīt ar ģenētisko informāciju, ar ģenētiskās prognozēšanas iespējām? Šis jautājums tiešā veidā ir saistīts ar abortu problēmu, kas ir ļoti asā dažādu uzskatu krustpunktā.

Situāciju sarežģī tas apstāk'is, ka ģenētiskā prognozēšana, ļoti iespējams, nekad nekļūs par precīzu zinātne. Piemēram, iespējams, ka zinātnieki varēs pateikt varbūtību ar kādu šim konkrētajam gaidāmajam

bērnā var uzbrukt sirds slimības, daži vēža veidi vai psihiskās slimības. Bet, visticamāk, zinātnieki nekad nevarēs pateikt precīzi, kad šī slimība uzbruks, vai tā vispār uzbruks un cik ilgi bērns jutīsies vesels. Viss tas būs tikai prognoze, varbūtību valodā!

Ar laiku, kad būs iespējams noteikt aizvien niecīgākas kļūdas un defektus DNS molekulās būs aizvien grūtāk noteikt atšķirību, starpību starp "ģenētisko defektu" un "normālu ģenētisko mutāciju"!

Minnesotas štata (ASV) universitātes Biomedicīnas Ētikas Centra direktors Arturs Kaplans: "Mēs maz domājam par to, kur pavilkt svitru. tā būs viena no galvenajām ētikas problēmām 90. gados".

Ģenētiskā dezinformācija var radīt lielu ļaunumu, tādi gadījumi jau ir bijuši. Piemēram 1965. gadā Lielbritānija Skotijā diskusijā par iespējamo sakarību starp kādu ģenētisku defektu (XYY hromosomas) un šīs grupas cilvēku iespējamo kriminālo uzvedību, tika nodarīts morāls kaitējums cilvēkiem, kuriem ir šis ģenētiskais defekts.

Ģenētiskā informācija – var tikt izmantota kompjūteru datu bankās, to var izmantot apdrošināšanas sabiedrības, pie cilvēku pieņemšanas darbā u.c. veidos. Ģenētisko defektu novēršanas darbu uzsākšana var novest uz ļoti slidenu zinātnisku un ētisku ceļu.

Piemēram, kas notiks, ja sāks "uzlabot" gēnus, kuri nav defektīvi, bet teiksim, viduvēji. Vai tādā gadījumā gēnu inženierija nekļūs par XXI gadsimta kosmētisko ķirurģiju? Vai tiem bērniem, kuriem gēni nebūs "uzlaboti", nedraudēs diskriminācija?

Bet galvenā tomēr ir problēma par to ka, ja biologi būs spējīgi mainīt iedzimtības gaitu, tad tie var iedomāties savi Dieva vietā un sākt mainīt cilvēku likteņus!

Jāņem vērā arī pēdējie gēnu inženierijas sasniegumi. 1997. gada sākumā pasauli satrauca ziņa par Edinburgas (Skotijā, Lielbritānijā) zinātnieku sasniegumu – aitas Dollijas klonēšanu. Tas nozīmē, ka bezdzimuma pavairošanas ceļā ar gēnu inženierijas metodēm ir izaudzēta pieauguša dzīvnieka precīza kopija (skat. avīzi "Diena" 26.02.1997 un 08.03.1997 (tās pielikumā "Sestdiena")). Kas mūs sagaida, ja tiks realizēta cilvēku klonēšana, par kuru diskusija jau ir sākusies?

Bībelē ir vieta par Bābeles torņa celšanu, kur Dievs runā par cilvēkiem:

**"...Tas ir tikai sākums viņu rīcībai, un turpmāk nekas, ko tie nodomājuši, vairs nebūs tiem neiespējams..."**

**(Gen. 11:6)**

1983. gadā Džeremi Rifkins un vairāki desmiti teologu mēģināja ASV kongresā panākt visu eksperimentu aizliegumu uz cilvēka embrija šūnām, bet diemžēl neveiksmīgi. Pašlaik neviena ģenētiskā laboratorija neplāno gēnu izmaiņu eksperimentus cilvēka embrija šūnās, pastāv dažādi zinātnieku pašu pieņemtie noteikumi par gēnu pētījumiem, bet šie Bībeles vārdi ir jāņem vērā.



## **XVIII. Mutācijas, izlase, evolūcija – trešā un ceturrtā bioloģijas aksioma.**

1. Jautājumi pēc otrās bioloģijas aksiomas.
2. Ģenētisko programmu kopēšanas kļūdas, programmu aizsardzība.
3. Iedzimtības programmu izmaiņas pie šūnu dalīšanās.
4. Ģenētisko programmu mutāciju ceļoņi.
5. Mutācijas un kvantu mehānikas efekti.
6. Trešās bioloģijas aksiomas formulējums.
7. Trešā aksioma kā sekas no kvantu mehānikas.
8. Dzīvo organismu mutāciju salīdzinājums ar procesu virzību nedzīvajā dabā.
9. Maksvela dēmons – domu eksperiments procesu virzības maiņai nedzīvajā dabā.
10. Mutāciju pastiprinājums un dabiskā izlase dzīvajā dabā.
11. Ceturrtā bioloģijas aksioma.
12. Traucējumi dabiskās izlases gaitā.
13. Dzīvās dabas evolūcijas kopīgā aina.

### **Literatūra.**

1. B. Medņikovs. Bioloģijas aksiomas. Rīga, "Zinātne", 1987.

## 1. Jautājumi pēc otrās bioloģijas aksiomas.

Dzīvības definīcija (pēc B. Medņikova).

Dzīvība ir aktīva, enerģiju patērējoša specifiskas struktūras uzturēšana un jaunatveidošana.

Pirmā bioloģijas aksioma.

Jebkurš dzīvais organisms ir kopums, kurā fenotips (pats organisms) apvienots ar tā izveidošanas programmu (genotipu), kas pārmantojas no paaudzes uz paaudzi.

Otrā bioloģijas aksioma.

Iedzimtības molekulas sintezējas matricveidīgi. Par matrici, uz kuras top nākamās paaudzes gēns, kalpo iepriekšējās paaudzes gēns.

Pēc otrās aksiomas apskata rodas jautājumi:

- 1) Pēc kādām likumbām mainās iedzimtības matricas?
- 2) Kā iedzimtības matricu izmaiņas (mutācijas) ir saistītas ar fenotipu un tā attīstību?

## 2. Ģenētisko programmu kopēšanas kļūdas, programmu aizsardzība.

Dzīvības pamatā ir kopēšanās pēc matricēm – grāmatu iespiešanai principā analogisks process. Grāmatu iespiešanā sastopamas iespiedkļūdas, analogiski arī bioloģiskajos sakaru kanālos, pa kuriem informācija pāriet:

- 1) no DNS uz organisma pazīmēm;
- 2) no vecāku DNS uz pēcnācēju DNS,

pastāv troksnis – tādas pat iespiedkļūdas, tikai molekulārā līmenī. Beztroksņa kanālu nav – troksnis vienīgi var būt tik mazs, ka to var neievērot.

Apskatīsim DNS → DNS kanāla trokšņus, kas sagroza ģenētiskās programmas. Kā dažādos organismos iepakots un aizsargāts ģenētiskais materiāls?

- 1) Vienkāršākajiem vīrusiem DNS vai RNS var būt kailu nukleotīdu virkne, ko nekas neaizsargā pret ārējām iedarbēm, piemēram, dažādiem fermentiem. Arī baktēriju DNS ir kaila virtene, kuras gali saķēdējas kopā, veidojot gredzenu, līdzīgu Mēbiusa lapai. Notiekot replikācijai, šis gredzens pārtrūkst. Baktēriju DNS atļauj sev pievienot olbaltumvielu molekulas, bet vispār tā ir kaila.
- 2) Dažiem sarežģītākiem vīrusiem DNS (vai RNS) ietver olbaltumvielu aizsargfutlāris.
- 3) Augstākajiem organismiem, kam izveidots šūnas kodols (eikarioti) ģenētiskās programmas aizsardzība tiek "speciāli nodrošināta":
  - a) eikariotiem šūnas kodolā var būt vairākas DNS molekulas – līdz pat vairākiem tūkstošiem, kā tas ir dažādiem viensūnas organismiem – radiolārijām un daudziem augiem (baktērijām – tikai viena DNS molekula);
  - b) hromosomās, kas atrodas šūnu kodolos dzīvniekiem ir vismaz viena DNS molekula (cilvēkam – 46 hromosomas), ir argumenti, ka daudziem augstākajiem augiem hromosomā var būt vairāki desmiti vai pat ~100 DNS kopiju;
  - c) hromosomās DNS ir ļoti āķīgi salocīta kompleksā ar īpašām šūnas kodola olbaltumvielām – histoniem, kas veido spēcīgas aizsargbrūņas. Bez tāda speciāla

iepakojuma tikai mikrometros ( $1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$ ) mēramos tilpumos (šūnu kodolos)  $\sim 20\text{--}30$  cm garās DNS molekulas nebūtu ievietojamas.

### 3. Iedzimtības programmu izmaiņas pie šūnu dalīšanās.

Veidojoties dzimumšūnām – gamētām, hromosomas sadalās divos komplektos, kas katrs nonāk savā meitšūnā, kurām katrai ir tikai hromosomu puskomplekts (haploidāls hromosomu komplekts). Piemēram, cilvēkam normālās šūnās ir 46 hromosomas (diploidāls komplekts), bet gamētās – olšūnās un spermatozoīdos – katrā pa 23 hromosomām. Pie apaugļošanās, gamētām saplūstot, atjaunojas diploidāls hromosomu komplekts – 46.

Defekti pie procesiem ar hromosomām šūnām daloties un saplūstot.

1. Poliploidālo šūnu un organismu rašanās (poliploidija).

Dažreiz mehānisms, kam hromosomas jāiznēsā pa meitšūnām, neuzsāk darbību. Tad viena gamēta paliek pavisam bez DNS, bet otra ar divkārtu DNS komplektu. Sevišķi bieži to novēro pie augiem.

2. Aneiploidija.

Dažreiz vienā šūnā nonāk lieka hromosoma, bet otrā savukārt vienas pietrūkst. Aneiploidāls genoms (haploidālas hromosomu kopas gēnu komplekts) ir analogs nepilnīgi nokomplektētam, daudzsējumu izdevumam. Vienā dzimumšūnā tad kāda "instrukciju sējuma" pietrūkst, otrā dzimumšūnā divi "sējumi" ir vienādi. Augstākajiem organismiem hromosomas iztrūkums parasti dod letālu iznākumu, arī organismi ar lieku hromosomu (trisomiķi) bieži vien iet bojā agrajās attīstības stadijās vai arī attīstās ar nopietniem defektiem (cilvēkiem).

Šajos poliploidajos un aneiploidajos procesos hromosomās esošā ģenētiskā informācija nemainās, mainās vienīgi tās daudzums, piemēram, poliploidālajām šūnām var būt 3-kāršs, 4-kāršs u.t.t. – gēnu komplekts.

3. Hromosoma var sašķelties daļās, kuru liktenis var būt atšķirīgs:

- a) delēcija – kāda hromosomas daļa iet zudumā;
- b) daļa atkal apvienojas agrākās hromosomas sastāvā (dažreiz apgrieztā veidā – inversija);
- c) translokācija – hromosomas daļa iesaistās citas hromosomas sastāvā.

Visas šīs hromosomu pārveides arī nepaliek organismam bez sekām.

### 4. Ģenētisko programmu mutāciju cēloņi.

DNS nukleotīdu ķēdes – dubultspirāles pārtrūkšana ir sākums iepriekš apskatītajām hromosomu pārmaiņām. Tāpēc jāapskata ģenētisko programmu pārmaiņas molekulārajā līmenī dažādu fizisku un ķīmisku faktoru dēļ.

1. Temperatūras faktors – molekulu Brauna kustība.

Lai rastos viena atsevišķa mutācija – iedzimtoša ģenētiskās informācijas pārmaiņa, tad DNS ķēdei jāpievada  $2.5 - 3$  elektronvolti ( $(4 - 4.8) \times 10^{-19}\text{J}$ ) liela enerģija. Vidējā molekulu siltumkustības enerģija, tajās temperatūrās, kurās iespējama dzīvība ir ap  $1/40\text{eV}$ , tātad – DNS pietiekami stabila?

Bet visām molekulām haotiskās siltumkustības ātrums nav vienāds. 1827. gadā skotu botāniķa R. Brauna (R. Brown, 1773. – 1858.) atklātā daļiņu haotiskā kustība – Brauna kustība – ir sekas no molekulu dažādajiem ātrumiem un to sadalījuma fluktuācijām. No tā viennozīmīgi izriet, ka jebkurā pietiekami lielā molekulu populācijā neizbēgami atradīsies tādas molekulas, kas var izjaukt gēna struktūru un izraisīt mutāciju.

2. Elektromagnētiskā starojuma un ātro daļiņu faktors.

Tīru nukleīnskābju šķīdumi redzamajā gaismā ir caurspīdīgi, to struktūru redzamā gaisma ( $\lambda=760-380\text{nm}=(760-380)\times 10^{-9}\text{m}$ ) praktiski neietekmē.

Bet DNS un RNS stipri absorbē ultravioleto starojumu ( $\lambda=380-3\text{nm}$ ) īpaši stipri pie viļņa garuma  $\lambda=260\text{nm}$ , tiem atbilstošie elektromagnētiskā starojuma kvanti jau izraisa mutācijas.

Vēl efektīvāk mutācijas izraisa elektromagnētiskais starojums ar vēl mazāku viļņu garumu (un attiecīgi lielāku kvantu enerģiju):

a) rentgena stari ( $\lambda=10-0.001\text{ nm}$ ,  $E_{kv}=1.2\times 10^2-1.25\times 10^6\text{ eV}$ );

b) gamma stari ( $\gamma$ -stari) ( $\lambda\leq 10^{-11}\text{m}$ ,  $E>10^6\text{eV}=1\text{ MeV}$ ).

Bez tam mutācijas izraisa arī ātrās daļiņas, kas rodas atoma kodolu sabrukšanā.

Šīs mutāciju problēmas, kas ir saistītas ar kodolsprādzienos un radioaktīvajos procesos izsuktajām izmaiņām ģenētiskajās programmās pēti speciāla ģenētikas nozare – radioģenētika.

## 5. Mutācijas un kvantu mehānikas efekti.

Ja mutācija izraisa elektromagnētiskais starojums vai krītošā ātrā elementārdaļiņa – tad jāievēro kvantu mehānika:

1) Heizenberga nenoteiktības princips (1927. gads):

$$\Delta x \times \Delta p \geq h$$

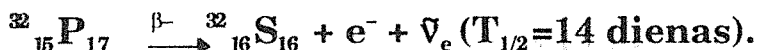
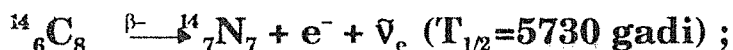
$\Delta x$  – mikrodaļiņas koordinātas kļūda (nenoteiktība);

$\Delta p$  – mikrodaļiņas impulsa kļūda (nenoteiktība);

$h=6.626 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{sek}$  – Planka konstante.

Lai rastos mutācija, noteikts enerģijas daudzums jāpievada gēna iecirknim, kura lielums ir ap  $10^{-7}\text{ cm}$  (efektīvā tilpuma rādiuss), kas jau ir mikropasaules lielums, tāpēc jāpielieto nenoteiktības princips. Saskaņā ar to, mēs tikai ar lielāku vai mazāku varbūtību varam paredzēt to, vai daļiņai piemīt mutācijai vajadzīgā enerģija un vai tā nonāks gēna efektīvā tilpuma zonā.

2) DNS sastāvā bez stabilajiem oglekļa ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ) un fosfora ( $^{31}\text{P}$ ) izotopiem var nonākt arī radioaktīvie izotopi –  $^{14}\text{C}$  un  $^{32}\text{P}$ , tāda varbūtība pieaug palielinoties Zemes radioaktīvajam fonam. Sabrūkot tie izraisa mutāciju:



Vietas, kur DNS spirālē atradīsies radioaktīvie  $^{14}\text{C}$  un  $^{32}\text{P}$  atomi, kā arī laika momenti, kad šie atomi sabruks nosaka gadījuma process (nejaušība). Saskaņā ar kvantu mehānikas pamatprincipiem mēs varam aprēķināt tikai šo notikumu varbūtības.

3) Spontānās mutācijas, kuras neierosina nekāds attiecībā pret DNS ārējs aģents (faktors). Udeņraža saites, kas tur kopā DNS dubultspirāli nosaka H-joni (protoni). DNS replicējoties tās spirālē atvērpijas un abi protoni pāries pie vienas no bāzēm, iespējams, veidojot citādas kombinācijas nekā  $A\leftrightarrow T$  un  $G\leftrightarrow C$ . Tāda nepareiza bāzu savienošana arī ir mutācija, ko nosaka protonu pāriešana no vienas bāzes pie otras. Kvantu mehānikā tādu efektu sauc par tunelpāreju, un arī tai mēs varam aprēķināt tikai tās varbūtību.

4) Ķīmiskās mutācijas.

Ķīmiskās vielas (savienojumi), kas pārveido gēna struktūru – mutagēni. Zināmi vairāki tūkstoti tādu savienojumu, tai skaitā ir arī

supermutagēni, kas mutācijas izraisa 100 % no apstrādātajiem indivīdiem.

## 6. Trešās bioloģijas aksiomas formulējums.

Ģenētisko programmu pārmaiņu – mutāciju – pamatīpatnības dažādu fizisku (temperatūra, radiācija, kvantu meh.) un ķīmisku (mutagēni) faktoru iedarbībā – ir sekojošas:

1. Mutācijas ir nejaušas – nevienas atsevišķas pārmaiņas varbūtība nav 1. Ar stabilākām gēna daļām mutācijas notiek retāk, ar labilākām – biežāk, taču mēs varam runāt tikai par lielāku vai mazāku mutācijas varbūtību.
2. Mutācijas nav paredzamas, jo, lai kādu mutāciju paredzētu, mums jāzina visu attiecīgajā šūnā esošo molekulu koordinātas un impulsi.
3. Mutācijas nav virzītas – ģenētisko programmu tās pārveido neatkarīgā no tajās esošās informācijas satura. Tāpēc mutācijas tikai nejauši var būt adaptīvas, apstākļiem pielāgojošas. Tātad:
  - a) Mutācijas var nosaukt par troksni informācijas kanālā no vecākiem uz pēcnācējiem. Ja mutācija pilnīgi izkropļos pa paaudžu ķēdi raidītās instrukcijas jēgu, tā būs nāvējoša (letāla), piemēram gadījumā, kad mutācija nobloķē kāda vitāli svarīga fermenta sintēzi,
  - b) Bieži ir arī gadījumi, kur mutācija fenotipa pazīmes neietekmē. Piemēram, gadījumā, kad ģenētiskā koda deģenerācijas dēļ vienu un to pašu aminoskābi kodē vairāki kodoni – RNS bāzu tripleti. Ja mutācijas rezultātā vienu kodonu aizstāj cits, taču sinonimisks, (piemēram fenilalanīnam: UUU→UUC), tad attiecīgās olbaltumvielas polimēra ķēdē attiecīgajā vietā iesaistās tā pati aminoskābe, (piemēram, fenilalanīns), un nekādas pārmaiņas fenotipā novērojamas nebūs.

Starp šiem diviem galējiem mutāciju poliem atrodas milzīgs lauks ar mutācijām, kas tā vai citādi pārveido fenotipu. Kaut kādos konkrētos apstākļos tās var būt derīgas: to nesēji ar lielāku varbūtību atstās pēcnācējus un nodos šīs mutācijas tiem. Tā ir darviniskā nenoteiktā mainība – evolūcijas izejmateriāls.

Tad bioloģijas trešo aksiomu var formulēt sekojoši:

**“Ģenētiskās programmas, pāriedamas no paaudzes uz paaudzi, daudzu cēloņu dēļ mainās nejauši un nevirzīti, un tikai nejauši šīs pārmaiņas var palielināt pielāgotību videi.”**

## 7. Trešā aksioma kā sekas no kvantu mehānikas.

Bioloģijas 3. aksioma:

“Ģenētiskās programmas, pāriedamas no paaudzes uz paaudzi, daudzu cēloņu dēļ mainās nejauši un nevirzīti, un tikai nejauši šīs pārmaiņas var palielināt pielāgotību videi”,

izriet no ļoti svarīgiem fizikālajiem postulātiem:

1. Praktiski nav iespējams zināt visu šūnā esošo i molekulu koordinātes  $x_i$  un impulsus  $p_i$  un tāpēc molekulu enerģiju sadalījums atbilst Maksvela likumam – gāzes molekulu ātrumu (enerģiju) sadalījumam termodinamiskā (siltuma) līdzsvara apstākļos.
2. Principā nav iespējams pietiekami precīzi noteikt gēniem (DNS molekulai) “uzbrūkošo” daļiņu koordinātas un impulsus (Heizenberga nenoteiktības princips kvantu mehānikā).

Tā kā gan enerģiju pārdali starp molekulām, gan molekulu mijiedarbību ķīmiskajās reakcijās galu galā var reducēt uz kvantu mehāniskiem procesiem, tad bioloģijas trešā aksioma iznāk kā sekas, kas izriet no kvantu mehānikas.

Tāpat bioloģijas pamati – trešā aksioma, izrādās cieši saistīti ar fizikas pamatu – kvantu mehānikas izpratni un interpretāciju. Pašlaik vairums zinātnieku atzīst “tradicionālo” (varbūtisko, statistisko) kvantu mehānikas interpretāciju, kaut gan tai ir arī pretinieki. Piemēram A. Einšteins savā 1926. gada 4. decembra vēstulē Maksim Bornam rakstīja: “Kvantu mehānika iedves lielā ciešu. Taču iekšējā balss man saka, ka tas nav īstais Jēkabs. Teorija dod daudz, bet diez vai tā mūs pieved tuvāk Vecūka (“Vecā Kunga”) noslēpumam. Lai vai kā, bet es esmu pārliecināts, ka viņš nespēlē kauliņus...” (Ar “Veco Kungu” A. Einšteins apzīmēja Dievu savā izpratnē).

### 8. Dzīvo organismu mutāciju salīdzinājums ar procesu virzību nedzīvajā dabā.

Tāpat saskaņā ar 3. aksiomu – ģenētisko programmu izmaiņas (mutācijas) ir nejaušas un nevirzītas un tikai nejauši tās var palielināt organisma pielāgotību apkārtējai videi.

Kā ir virzīti procesi nedzīvajā dabā, gadījumā, ja apskatām kādu sistēmu ar ļoti lielu daļiņu (elementu) skaitu, piemēram gāzi?

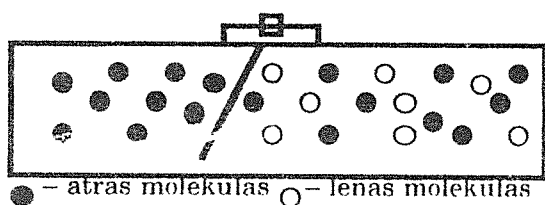
To nosaka II termodinamikas likums saskaņā ar kuru var pilnīgi pārvērst darbu (“sakārtota” kustība) → siltumā (“haotiska” kustība), bet nevar pilnīgi pārvērst siltumu (“haotiska” kustība) darbā (“sakārtota” kustība). Piemēram, automašīnai bremzējot uz berzes rēķina var “izkļiedēties” (pārvērsties siltumā) viss darbs, ko veic motors (4.186J → 1 kal.), bet benzīnam sadegot motorā nekad viss siltums nevar pārvērsties darbā auto kustībā (1 kal. → 4.186J).

Ievedot sistēmā nesakārtotības, haosa mēru – entropiju, ko definē kā sistēmas stāvokļa varbūtības logaritmu (L. Bolcmanis, pag.gs.) un kas raksturo “nedzīvu”, darbā nepārvēršamu enerģiju, var teikt, ka visi dabas procesi saskaņā ar II termodinamikas likumu norisinās virzienā: sakārtota kustība (darbs) → nesakārtota kustība (siltums), kuru raksturo haosa, tāpat entropijas pieaugums. Haoss ir varbūtīgāks par struktūru – to saprata jau senatnē, tāpēc tik agri izveidojās divas savstarpēji pretīšķīgās teorijas par organisma attīstību – preformisms un epiģenēze.

Tāpat – II termodinamikas likums prasa, lai mūsu šūnu ģenētiskā programma pakāpeniski izirtu. Nejaušas, neparedzamas un pret organisma likteni vienaldzīgas ģenētiskās programmas pārmaiņas izjauc stingro kārtību, kādā tiek uzturēti fenotipi. Dzimumšūnu (gamētu) priekšteces arī nav pasargātas no mutācijām, tām jāpāriet no paaudzes uz paaudzi un jāizposta organisma struktūra, jānovēd pie entropijas triumfa. Tāpat secinājums: struktūru uzvar haoss, nejaušas, nevirzītas mutācijas izārda kā ģenētiskās programmas tā arī fenotipus, kurus tās kodē.

Bet mēs, kā arī citi sarežģītie organismi, taču eksistējam! Vai dzīvā daba vispār pakļaujas II termodinamikas likumam?

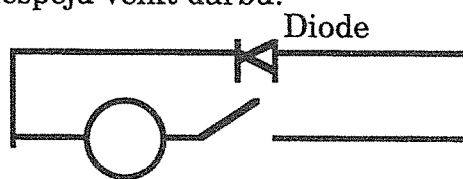
### 9. Maksvela dēmons – domu eksperiments procesu virzības maiņai nedzīvajā dabā.



Dēmons ar aizbīdņa palīdzību savāks ātrās molekulas trauka kreisajā galā, lērās – labajā. Kreisais gals saistīts labais – atdzisis. Kopējā iekārtas enerģija paliks agrākā, jo I termodinamikas likums (enerģ. saglabāšanas likums) nebūs

pārkāpts. Bet sistēma no varbūtīgāka stāvokļa būs pārgājusi uz mazāk varbūtīgu stāvokli. Dēmons apiedams II termodinamikas likumu būs ieguvis temperatūras starpību, kas dod iespēju veikt darbu.

Maksvela dēmonu var atveidot ar elektrisko ķēdi, kurā ieslēgta diode – taisngriezis, kas strāvu laiž cauri tikai vienā virzienā. Brīvie elektroni metālā atrodas



haotiskās siltumkustības stāvoklī. Diodei jāspēlē dēmona loma, laižot elektronus uz vienu pusi, tai jārada potenciālu starpība, kas dotu iespēju veikt darbu.

Izveidojot tādu shēmu pārlicināmies – diode nevēlas būt dēmons, strāva shēmā nerodas! Tātad dēmona nav!

Tā kā dēmona nav, tad retinātās gāzes caurulē pie aizbīdņa piestiprināsim atsperi, kas tā durvis atvērs tikai tad, kad tajās ietriecas ātrā molekula ar augstu enerģiju. Tad aizbīdņa durvis atveras, lai molekulu palaistu garām, taču tas atņem molekulai enerģiju tik, cik tās vajadzīgs atsperes deformēšanai. Mūsu molekula pārvēršas par lēno molekulu, šķirošana nenotiek.

Analogi elektriskajā ķēdē ar diodi atsperes lomu veic diodes pretestība.

Pieņemsim, ka dēmons tomēr pastāv (ir taču domu eksperiments!) un aizbīdņa atvēršanai tas enerģiju nepatērē. Bet, lai uzzinātu molekulu ātrumu (kuru laist, kuru ne) nepārtraukti jāsaņem informācija par molekulu koordinātām dotajā brīdī. Bet šīs informācijas iegūšanai jāpatērē enerģija, lielāka nekā cer iegūt no iekārtas (L. Brijuēna pierādījums). Tātad – molekulu un atomu līmenī izlase nav iespējama.

## 10. Mutāciju pastiprinājums un dabiskā izlase dzīvajā dabā.

Dzīvajā dabā, atšķirībā no nedzīvās dabas, darbojas pastiprinājuma princips, kas daudzkārt pastiprina atsevišķu mutāciju. Piemēram:

- 1) apaugļotā olšūnā, kādu gēnu, kas kodē dzīvībai svarīgu fermentu ir skārusi mutācija;
- 2) organismam augot un attīstoties olšūna pārvēršas  $\sim 10^{15}$  šūnās (miljons miljardu) – tikpat daudz reižu vairāk kļuvis mutanto gēnu;
- 3) katrs gēns producē  $\sim 10^3$  RNS molekulu, uz katras RNS molekulas vidēji sintezējas  $\sim 10^2$  minētā fermenta molekulu;
- 4) katra fermenta molekula minūtē īsteno  $\sim 10^4$  kādas reakcijas aktu.

Tātad kopīgais pastiprinājums:

$$10^{15} \times 10^2 \times 10^2 \times 10^4 = 10^{23}! \text{ (tuvs grammolam!)}$$

Tas jau ir makroskopisks lielums – molu skaits grammolā – kādu sasniedz atsevišķas molekulas mutācijas pastiprinājums, ar kuru var strādāt kāda makroskopiska procesa – izlases (šķirošanas) ietvaros. Nedzīvajā dabā mutācijai analogs lielums, piemēram, molekulas ātruma fluktuācija (novirze no vidējās vērtības), tādus pastiprinājumus nesasniedz.

Dabiskā izlase – tas ir process, kas uz nākošo paaudzi laiž organismus, kam struktūra nav pārāk stipri pārveidota vai arī kam notikušās pārmaiņas palielina izredzes izdzīvot un tālāk vairoties. Ja to nodrošina organisma struktūras sarežģīšanās, tad dabiskā izlase izlaidīs nākošajā paaudzē pat ļoti retus variantus, analogi tam, kā Maksvela dēmonam jāizlaiž superātras molekulas. Dabiskā izlase savā ziņā ir “Darvina dēmons” (pēc bioķīmiķa un rakstnieka Aizeka Azimova).

Dzīvība II termodinamikas likumu nepārkāpj, tā tikai lokāli (savā sistēmā, organismā) samazina entropiju uz apkārtējās vides entropijas pieauguma rēķina.

Piemēram, radiouztvērējs pastiprina vāju signālu uz baterijas brīvās enerģijas rēķina, tas uztur signāla struktūru, kārtību uz strāvu rēķina, kas diodēs, pretestībās pāriet siltumā.

Var teikt, ka dzīvība vispār un cilvēks tikpat pazemina Saules sistēmā entropiju, par cik kabatzaglis paaugstina nacionālo ienākumu – viņi savā labā pārdala entropiju (naudu), bet apkārtējā vidē entropija pieaug (nauda samazinās).

## 11. Ceturtā bioloģijas aksioma.

Ceturtās aksiomas formulējums:

**“Nejaušās pārmaiņas, kas, fenotīpiem topot, rodas ģenētiskajās programmās, ārējās vides apstākļi daudzkārt pastiprina un pakļauj izlasei.”**

Svarīgi momenti:

- 1) Izlase iedarbojas nevis tieši uz mutāciju pārveidotajām ģenētiskajām programmām, bet gan uz fenotīpiem, kuros katra pārmaiņa miljardiem reižu pastiprinās,
- 2) Dabiskā izlase, tāpat kā mākslīgā, kur ārējās vides lomu veic cilvēka izvirzītās prasības, nebūt nav tikai vienu populācijas indivīdu bojā eja un citu saglabāšanās. Dabiskā izlase – tā ir diferenciāla vairošanās, lielāka varbūtība atstāt pēcnācējus.

Piemēram, no jauktas zirgu, ēzeļu un to krustojumu – mūļu – karavānas grūtā ceļā visticamāk līdz mērķim aizies tikai mūļi, kuros ēzeļa izturība kombinējas ar zirga spēku. Taču mūļi ir neauglīgi, pēcnācējus atstāt nespēj un tāpēc tā nav izlase.

Evolūcijas procesam, tātad, ir divas puses:

- 1) Tā no vienas puses ir nejaušību veidots, stohastiskais mutāciju process – ģenētisko programmu maiņa (saskaņā ar 3.aksiomu);
- 2) No otras puses tā ir arī kārtībai pakļauts process – fenotipu izlase pēc atbilstības ārējās vides apstākļiem (saskaņā ar 4. aksiomu).

Ir daudz piemēru, kur izlase darbojas ātri un efektīvi (piemēram, zurkas dažās paaudzēs piemērojas antikoagulantiem (varfarīns)). Ir arī piemēri, kas rāda, kas notiek ar kādu organisma struktūru (pazīmi), ja izlase attiecībā uz to vairs nedarbojas. Tad šī pazīme sāk mainīties pavisam nejauši, pēc tam pārvēršas rudimentā un beidzot izzūd. Piemēram, organismu iekšējo parazītu maņu orgāni, nervu sistēma.

Lielos dzīvniekus, kas vairojas lēni un lēni aug, dabiskā izlase vispilnīgāk aprobē, tas ir to straujās progresīvās evolūcijas cēlonis, tāpēc tie biosfērā ieņem “augstāko vietu”. Sīkie organismi, kas strauji vairojas, vairāk cieš no neselektīvas bojā ejas, piemēram katastrofās. Sīkie organismi ātri pielāgojas, bet samērā reti paaugstina savu organizācijas līmeni.

## 12. Traucējumi dabiskās izlases gaitā.

Dabiskā izlase ir bezspēcīga gadījumā, kad ģenētisko mutāciju nav no kā izvēlēties, kad kaut vai mazā daudzumā nav no normas novirzījušos ģenētisko programmu. Tādas populācijas ir organismu tīrās līnijas, kas iegūtas ar tuvi radniecisku pārošanu vai veģetatīvu pavairošanu. Bet mutāciju process arī te sagādās materiālu un pēc dažiem desmitiem paaudzū šāda līnija savu tīrību būs zaudējusi.



- 1) Dabiskā izlase "apstājas" gadījumā, ja tās turpināšana pie dotās struktūras, piemēram, olbaltumvielas, iet caur tādu mutāciju, kad šī struktūra vairs neveic savu pamatfunkciju un līdz ar to kļūst nāvējoša visam organismam.
- 2) Piemēram, olbaltumviela – citohroms C satur 113 aminoskābju atlikumus. Tādas virknes variantu skaits ap  $10^{130}$  – visā Visumā savietotos ap  $10^{74}$  molekulu variantu. Analizējot citohroma C aminoskābju attiecīgos gēnu kodonus (bāzu tripletus) atklāja ka:
  - ar 16 aminoskābju gēnu kodoniem mutācijas notiek ļoti bieži,
  - ar 65 " " " " " " " " " " 3.2 reizes lēnāk,
  - ar 32 " " " " " " " " " " vispār nenotiek, jo
 mutācijas šajos kodonos ir organismam nāvējošas – tad citohroms C vairs nepārnesīs elektronus oksidēšanās ciklos un organismos ies bojā no elpas trūkuma.

Tātad varbūt šī "32 aminoskābju virkne" nav pati optimālākā, lai citohroms C veiktu savu funkciju, varbūt pat ir daudzas labākas virknes, bet izlase te ir apstājusies (tātad netiek pārbaudīti visi  $10^{130}$  varianti!).

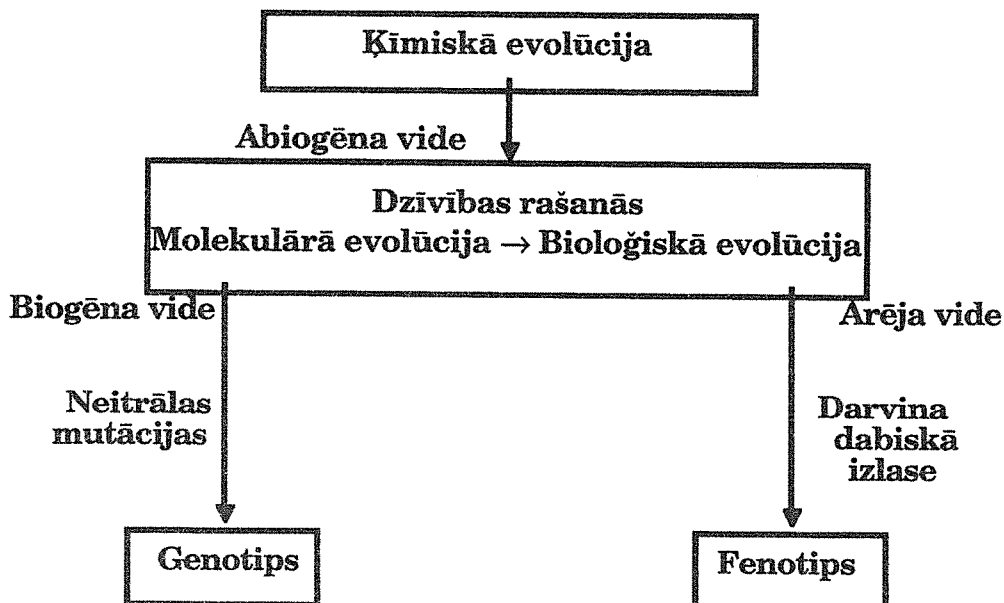
Te analogija ar vārda maiņas spēli pārveidojot "lapu" → "puķe" pie noteikumiem:

- 1) katru reizi drīkst mainīt tikai vienu burtu (gēnā – tikai 1 mutācija);
- 2) katru reizi iegūt vārdu, kuram ir jēga (izslēdz letālas mutācijas).

**lapa → papa → pape → pase → puse → puķe**

Analogi arī evolūcijā – lai tiktu pie labāka varianta vispirms starppakāpē jāpāriet uz bezjēgas virkni, bet izlase to nepieļaus, jāpaliek pie vecā varianta, jo kaut kā tas strādā. Divas mutācijas reizē vienā gēnā (2 burti reizē spēlē) ir ļoti liels retums, ja 1 mutācijas varbūtība ir  $10^{-5}$ , tad divu vienlaicīgu mutāciju varbūtība ir  $10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10}$ .

### 13. Dzīvās dabas evolūcijas kopīgā aina.



Molekulārā bioloģija atklājusi, ka bioloģiskā evolūcija noris mijiedarbībā ar molekulāro evolūciju. Molekulārā evolūcija nav vienīgi starpposms starp ķīmisko un bioloģisko evolūciju, bet tā turpina pastāvēt

arī mūsu dienās biogēnā vidē – skat. shēmu, kurā uzrādītas visbūtiskākās genotipa un fenotipa atšķirības. Genotips veidojas (evolucionē) pēc citiem likumiem nekā fenotips. Lielākā daļa genoma mutāciju nav pakļautas Darvina dabiskajai izlasei. Tāpēc tās nosauktas par neitrālām mutācijām un molekulārās evolūcijas pamatā tagad tiek likta t.s. molekulārās evolūcijas neitrālisma teorija, kuru 1968. gadā izvirzīja japāņu zinātnieks Moto Kimura.

## XIX. Īsa Zemes biosfēras vēsture.

1. Dzīvības attīstības sākuma posms:
  - a) Heterotrofie organismi;
  - b) Autotrofo organismu parādīšanās un fotosintēzes sākums;
  - c) Brīvā skābekļa rašanās atmosfērā un aerobās fotosintēzes sākums;
  - d) Eikarioti un to simbiotiskās izcelšanās hipotēze.
2. Zemes vispārīgā ģeohronoloģiskā skala – kopskats.
3. Zemes kontinentu dreifa teorija.
4. Kriptozojs – īss apskats:
  - a) Arheja ēra;
  - b) Proterozoja ēra;
  - c) Vēda periods.
5. Fanerozojs – īss apskats:
  - a) Paleozoja ēra un tās periodi;
  - b) Mezozoja ēra un tās periodi;
  - c) Kainozoja ēra – ceļš uz cilvēku.

### Literatūra.

1. С.Г.Мамонтов. Биология. Москва, Высшая школа 1991.
2. Биологический энциклопедический словарь. Москва, “Советская энциклопедия”, 1989.
3. П.Кемп, К.Армс. Введение в биологию. Москва, “Мир”, 1988.

Šajā lekcijā mēs aplūkosim dzīvās dabas – biosfēras attīstības vēsturi uz Zemes, saskaņā ar zinātnē pieņemtajiem uzskatiem, kas balstās uz evolūcijas teoriju, evolūcijas teorijas neatrisinātās problēmas un neatbildētos jautājumus apskatīsim nākošajā lekcijā.

## 1. Dzīvības attīstības sākuma posms.

### a) Heterotrofie organismi.

Heterotrofie (grieķu val. "heteros" – cits, "trophē" – barība, barošanās) organismi – "citas barošanās organismi" – tādi organismi, kas kā oglekļa (C) avotu izmanto eksogēnās (gr.val. "exo" – ārpus) – ārējās, apkārtējās vides organiskās vielas. Kā likums šīs vielas kalpo heterotrofajiem organismiem arī kā enerģijas avots. Heterotrofo organismu pretstats ir autotrofie organismi (gr.val. "autos" – pats), kuri izmanto sava ķermeņa izveidei ogļskābo gāzi ( $\text{CO}_2$ ) kā vienīgo vai galveno oglekļa avotu un kuriem ir:

- 1) fermentu sistēma, lai asimilētu  $\text{CO}_2$ ;
- 2) spēja sintezēt visas šūnas komponentes.

Pirmie dzīvie organismi bija heterotrofie organismi, kas kā enerģijas (un barības) avotu izmantoja organiskos savienojumus, kas izšķīdinātā veidā atradās pirmatnējā okeāna ūdeņos. Par cik Zemes atmosfērā tad vēl nebija brīva skābekļa, tad šiem organismiem bija anaerobais (gr. val "an" – priedēklis, kas vārdam piešķir negatīvu (antonīmu) nozīmi, "aēr" – gaiss, "bios" – dzīvība) – bezskābekļa vielu maiņas tips, kura efektivitāte ir visai zema. Heterotrofo organismu parādīšanās arvien lielākā mērā noveda pie pirmatnējā okeāna barības resursu izsīkšanas, tajā arvien mazāk palika organisko vielu, kuras varēja izmantot par barību.

### b) Autotrofo organismu parādīšanās un fotosintēzes sākums.

Šajos apstākļos tie organismi, kas bija apguvuši spēju izmantot gaismas enerģiju, lai sintezētu organiskās vielas no neorganiskajām (no atmosfēras  $\text{CO}_2$  un  $\text{N}_2$ ) atradās privilēģētā stāvoklī. Bet  $\text{CO}_2$  un  $\text{N}_2$  atmosfērā atradās inertā oksidētā stāvoklī un, lai tie būtu spējīgi piedalīties ķīmiskajās reakcijās tos vajag reducēt, t.i. pievienot tiem elektronus no citiem savienojumiem. Šo elektronu pārneši no viena savienojuma uz otru acīmredzot veica kāds gaismas aktivēts pigmentu (latīņu val. "pigmentum" – krāsa) komplekss, mūsdienu hlorofila priekštecis. Pigmenti ir krāsoti savienojumi ar tādu molekulāro sastāvu, kas nodrošina selektīvu gaismas absorbciju (t.i. tiek absorbēti tikai noteikta garuma viļņi). Tiek uzskatīts, ka viens no pirmajiem elektronu avotiem, lai aktivētu  $\text{CO}_2$  un  $\text{N}_2$ , bija sērūdeņradis  $\text{H}_2\text{S}$ . Šo elektronu pārneses reakciju rezultātā rodas elementārais sērs S, bet ūdeņradis H tiek izmantots, lai  $\text{CO}_2$  reducētu līdz ogleklim C.

Par ūdeņraža donoriem var izmantot arī citus, tai skaitā organiskos savienojumus. Tāda tipa fotosintēzē skābeklis  $\text{O}_2$  neizdalās un tā attiecas un anaerobajiem organismiem, kas spēj dzīvot un attīstīties, ja vidē nav skābekļa – (šo terminu 1861.g. ievada L.Pastērs). Anaerobā fotosintēze attīstījās ļoti agrā dzīvības vēstures posmā un anaerobie organismi ir saglabājušies līdz pat mūsu dienām, piemēram, sēra purpura baktērijas, kuru pigmentu komplekss ir līdzīgs mūsdienu zaļo augu pigmentiem – hlorofilam (vairāku tipu).

### c) Brīvā skābekļa parādīšanās atmosfērā un aerobās fotosintēzes sākums.

Nākošais svarīgais evolūcijas posms bija saistīts ar to, ka fotosintezējošie organismi ieguva spēju izmantot ūdeni kā ūdeņraža avotu. Tādiem organismiem autotrofo  $\text{CO}_2$  izmantošanu pavadīja brīvā skābekļa izdalīšanās. Kopš tā laika Zemes atmosfērā pakāpeniski sāka uzkrāties

skābeklis. Pēc ģeoloģiskajiem datiem jau pirms 2,7 miljardiem gadu Zemes atmosfērā nelielos daudzumos jau bija sastopams skābeklis.

Pirmie fotosintezējošie organismi, kas izdalīja atmosfērā  $O_2$  bija ciano baktērijas (cianejas jeb zili – zaļie ūdens augi – zilās aļģes). Cianobaktērijas ir spējīgas izmantot no atmosfēras arī slāpekli  $N_2$ . Apmēram pirms 2,1 miljardiem gadu eksistēja jau visi fotosintezējošie prokarioti, kas pazīstami mūsu dienās. Prokarioti (latīņu val. “pro” – pirms, agrāk; gr.val. “karyon” – kodols) – organismi, kuru šūnām nav ar membrānu norobežota kodola – pie tiem pieder visas baktērijas, ieskaitot arheobaktērijas (gr. val “archaios” – sens) un cianobaktērijas. Prokariotu šūnu kodola analogs ir īpaša struktūra, kas sastāv no DNS, olbaltumvielām un RNS. Prokariotu ģenētiskā sistēma (genofors) ir nostiprināta uz šūnas membrānas un atbilst primitīvai hromosomai. Pie genofora vairošanās tā divas kopijas atdalās un augošā šūnas membrāna tās aizvelk katru uz savu pusi. Tajā pat laikā ap 2.1 miljardu gadu atpakaļ, acīmredzot, radās arī organismi, kuriem bija aerobais vielu apmaiņas tips – aerobie organismi.

Pāreja no pirmatnējās (reducējošās) Zemes atmosfēras uz vidi, kura satur skābekli bija viens no vissvarīgākajiem procesiem kā dzīvo būtņu evolūcijā tā arī minerālu pārveidošanā. Tā nozīmīgums ir saistīts ar diviem apstākļiem:

- 1) Skābeklis  $O_2$ , kas izdalījās atmosfērā, tās augšējos slāņos spēcīgā Saules ultravioletā starojuma rezultātā pārvērsās par ozonu ( $O_3$ ), kas ir spējīgs absorbēt lielāko daļu no cietā isviļņu ultravioletā starojuma, kas postoši iedarbojas uz sarežģītiem organiskiem savienojumiem;
- 2) Otrkārt, brīvā skābekļa klātbūtnē rodas iespēja izveidoties enerģētiski daudz izdevīgākai skābekļa tipa vielu maiņai, t.i., parādīties aerobām baktērijām.

Tādā veidā šie divi faktori, kurus noteica brīvā skābekļa parādīšanās Zemes atmosfērā, veicināja daudzu jaunu dzīvības formu attīstību, kā arī daudz plašāku apkārtējās vides izmantošanu no to puses. Kā molekulārā skābekļa uzkrāšanās atmosfērā ietekmēja anaerobos organismus, kuri deva sākumu dzīvībai uz Zemes? Tie nokļuva neizdevīgā stāvoklī. Daļa no tiem izmira, bet citi atrada apdzīvojamo vidi, kurā nav skābekļa un turpināja anaerobo eksistenci. Termofilie (siltumu mīlošie) anaerobie organismi, kas atrasti pazemes un dziļo okeānu siltajos ūdens avotos (termālajos ūdeņos), iespējams, pieder pie vissenākajiem Zemes dzīvās dabas iemītniekiem. Trešā anaerobo organismu grupa stājās simbiozē (gr.val. “symbiōsis” – kopīgā dzīve) – kopdzīvē ar aerobām šūnām un deva sākuma eikariotiskajām šūnām.

d) Eikarioti un to simbiotiskās izcelšanās hipotēze.

Eikarioti (gr. val. “eu” – labi, pilnīgi, “karyon” – kodols) ir organismi, kuru šūnas satur izveidotu kodolu (kodola šūnas). Pie eikariotiem pieder visi augstākie dzīvnieki un augi, kā arī zemākie viensūnu un daudzšūnu organismi, piemēram, aļģes, sēnes. šūnas kodola DNS eikariotiem ir ieslēgts hromosomās – šūnas kodola struktūrās, kas ir gēnu nesējas un nosaka šūnu un organismu iedzimtības un pārmantošanas īpašību un saglabā funkcionālo individualitāti.

Eikariotu simbiotiskās izcelšanās – simbioģenēzes hipotēzi 1921. – 1924. g. attīstīja Boriss Kozo–Poļanskis (1890 – 1957). Tiek uzskatīts, ka par simbiozes pamatu kalpoja lielās, amēbai līdzīgās heterotrofās šūnas, kas par oglekļa C avotu izmantoja gatavas apkārtējās vides organiskās vielas. Šo šūnu barošanās procesā kopā ar organiskajām molekulām, kas atradās apkārtējā vidē, tās varēja satvert arī sīkās baktērijām līdzīgās aerobās šūnas, kas ir spējīgas elpot ar skābekli. Tādas baktērijas varētu turpināt funkcionēt arī saimnieka šūnas iekšienē, ražojot enerģiju. Tādas, amēbām līdzīgās, heterotrofās “šūnas–plēsoņas”, kuru ķermeņos aerobās

baktērijas palika nebojātas un turpināja funkcionēt, izrādījās daudz izdevīgākā stāvoklī nekā šūnas, kas enerģiju ieguva anaerobā ceļā. Tālāk šīs baktērijas-simbionti pārvērtās par šūnu mitohondrijām – eikarioto šūnu struktūrām, kas apgādā organismu ar enerģiju. Uz šādu mitohondriju rašanās iespējamību norāda tādu amēbu eksistence, kurām nav mitohondriju un kuru lomu tajās izpilda speciālas baktērijas – simbionti. Kad pie saimnieka – amēbveidīgās heterotrofās šūnas piestiprinājās cita simbiotu grupa – viciņveida baktērijas, tad tādas šūnas kustīgums un spēja atrast barību krasī pieauga. Tā, iespējams, radās primitīvās dzīvnieku šūnas – tagad dzīvojošo viciņveida pirmdzīvnieku priekšteči. Izveidojās kustīgie eikarioti, kas stājoties simbiozē ar fotosintezējošiem prokariotiskajiem organismiem (iespējams, cianobaktērijām) deva sākumu ūdensaugiem (aļģēm) – mūsdienu augu priekštečiem, bet fotosintezējošās baktērijas – simbionti kļuva par hloroplastiem – augu šūnu struktūrām, kurās notiek fotisintēze un kas pateicoties hlorofilam ir zaļā krāsā.

Eikariotu simbioģenēzes hipotēze kaut kādā veidā mēģina izskaidrot, kā radusies “normāla mūsdienu” šūna – eikariotiskā šūna, kas ir visu dzīvo organismu struktūras pamatvienība, neatkarīgi no to sarežģītības līmeņa. Eikariotisko šūnu un membrānu – (membrānas-struktūras, kas veicina šūnu formas saglabāšanos un atdala organismu no apkārtējās vides) veidošanās iezīmēja bioloģiskās evolūcijas sākumu. Bet visumā simbioģenēzes problēma ir jāuzskata par strīdīgu, to var pieņemt tikai kā hipotēzi.

## 2. Zemes vispārīgā ģeohronoloģiskā skala.

Eons – ģeohronoloģiskā skalā jeb eonoterma stratigrafiskajā skalā	Era (eraterma)	Periods (sistēma)	Epoha (laikmets)	Izotopiskais datējums (miljonos gadu)	
Fanerozojs	Kainozojs	Kvartālais (Antropogēnais)	Golocens	1.8	
			Pleistocens		
		Neogēnais	Pliocēns	25 ± 2	
			Miocēns		
			Oligocēns		
		Paleogēnais	Eocēns	66 ± 3	
			Paleocēns		
			vēlais		
		Mezozojs	Krita	agrais	136 ± 5
				vēlais	
	Juras		vidējais	(190–195) ± 5	
			agrais		
			vēlais		
	Triasa		vidējais	230 ± 10	
			agrais		
			vēlais		
	Paleozojs		Permas	vēlais	280 ± 10
		agrais			
		Akmēņogļu (karbona)	vēlais	345 ± 10	
			vidējais		
			agrais		
		Devona	vēlais	400 ± 10	
			vidējais		
			agrais		
Silura		vēlais	435 ± 10		
		agrais			
Ordovika	vēlais	490 ± 15			
	vidējais				
	agrais				
Kembrija	vēlais	570 ± 30			
	vidējais				
	agrais				
Kriptozojs (pirmskembrijs)	Vends			(650–690) ± 20	
	Proterozojs	Augšējais (Rifejs)	augšējais	1050 ± 30	
			vidējais	1350 ± 30	
			apakšējais	1650 ± 50	
		Apakšējais (Karēlijs)	2500 ± 100		
Arhajs				>3500	

Tabula dota grāmatā: “Биологический энциклопедический словарь”, Москва 1989, с.127.

Pirmie zināmie stromatolīti (prokariotisko šūnu pārkmeņojumi) – pirms 3.5 miljardiem gadu.

Okeāna sāļu saturs tuvs mūsdienām, atmosfēra arī līdzīga, tikai bez O<sub>2</sub> – pirms 3.8 miljardiem gadu.

Apstākļi uz Zemes stabilizējas – pirms 4.3 miljardiem gadu.

Zemes kā planētas izveidošanās – pirms 4.6 miljardiem gadu.

Izmirušo augu, dzīvnieku u.c. organismu pārkmeņojumu un nogulumu pētišana veido t.s. stratigrāfisko skalas, bet ģeohronoloģiskā skala rāda Zemes garozas un organiskās pasaules attīstības posmu secību. Šīs skalas tika apstiprinātas starptautiskajā ģeoloģiskajā kongresā Bolonā 1881. gadā un ar zināmām izmaiņām tās ir saglabājušās līdz mūsu dienām.

## 3. Zemes kontinentu dreifa teorija.

Ir virkne radniecīgu dzīvnieku un augu sugu, gan tagad dzīvojošu gan izmirušu (izrakumos atrodamu), kas ir kopīgi Dienvidamerikai, Dienvidāfrikai, Austrālijai un pat Antarktīdai (izrakumos). Piemēram, lieli dzīvojošie strausveidīgie putni – strausi Afrikā, nandu Dienvidamerikā, emu – Austrālijā. To spalvās mīt radniecīgi nelidojošie kukaiņi – parazīti. Kā to izskaidrot?

60. gados ģeoloģijā vispārēju atzinību ieguva Zemes plātņu tektonikas teorija. Tās būtība ir tāda, ka Zemes garozas slānis sastāv no apmēram

15 – 20 cietām plātnēm, kas var sadurties viena ar otru, uzbraukt viena otrai virsū un iegremdēties viena zem otras. Šo tektonisko plātņu kustīgums ir izskaidrojams ar to, ka tās “peld” Zemes mantijā – Zemes izkausēto dziļo iežu “jūrā” un kopā ar šīm plātnēm pārvietojas arī kontinenti.

Kontinentu dreifa teoriju 20-tajos gados izvirzīja Alfrēds Vegeners (Alfred Wegener). Biologi to drīz pieņēma, jo tā izskaidroja augstāk minētos faktus, bet ģeologi to modificētā veidā atzina daudz vēlāk – 60-tajos gados.

Saskaņā ar Zemes tektonisko plātņu dreifa teoriju:

- 1) Paleozoja beigās, ap 230 milj. gadu atpakaļ, visi Zemes kontinenti veidoja vienotu superkontinentu – Pangeju (gr.val. “viszeme”), pārējo Zemeslodes daļu aizņēma okeāns – tagadējā Klusā okeāna priekštecis.
- 2) Tektonisko plātņu dreifa rezultātā permās un triasa periodos Pangeja sāka sadalīties divos milzu kontinentos Lavrāzijā (ziemeļu puslodē) un Gondvānā (dienvidos), kas beidzās ap 180 milj. g. atpakaļ.  
Lavrāzija aptuveni atbilst Ziemeļamerikai, Eiropai un Āzijai (bez Indostānas pussalas) kopā. Atlantijas, Indijas un Dienvidu jeb Antarktiskais okeāns sāka veidoties, Pangejai sašķeloties plātņu dreifa rezultātā.
- 3) Tagadējās kontinentu kontūras sāka veidoties mezozoja beigās, kainozoja sākumā ap 110 milj. g. atpakaļ, Lavrāzijai un Gondvānai sadaloties. No Āfrikas atdalītā Dienvidamerika sāka virzīties uz Ziemeļameriku, Indostānas sala – uz Eirāziju, Austrālija atdalījās no Antarktīdas u.t.t.

#### 4. Kriptozoja īss apskats.

Kriptozojs (gr.val. “kryptos” – apslēpts, “zōē” – dzīvība), tātad “apslēptās dzīvības” laiks pirms paleozoja ēras. Tas nosaukts tā tāpēc, ka tam atbilstošajos nogulumos ir atklāts ļoti maz organisko atlieku – biofosiliju. Kriptozoju bieži sauc arī par “pirmskembriju”. Tā kopīgais garums ir ap 3 miljardi gadu – 3500 – 570 miljoni gadu pirms mūsu dienām. Kriptozojs ietver divas pirmās ģeoloģiski dokumentētās ēras:

a) Arhaja ēra (gr.val. “archaios” – sākotnējs, sens; “aiōn” – laikmets, epoha) vissenākais ģeoloģiski datētais laikmets (eons) – (3500 – 2600) pirms ± 100 miljoniem gadu. Tās garums ap 900 miljoni gadu. Šī ēra raksturojas ar aktīvu vulkānu darbību. Austrālijas rietumos, pie Nort – Polas fermas ir atrastas mikroorganismu atliekas – sfēriskas, ovālas, nūjiņas un diega formas prokariotu fosilijas un pirmie stromatolīti – baktēriju–aļģu simbiozes vielu maiņas pārakmeņojušies produkti. Šo visvecāko uz Zemes zināmo dzīvo būtnu atlieku vecumu vērtē uz ap 3.5 miljardi gadiem. Arhaja ēras pārakmeņotie mikroorganismi un stromatolīti ir atrasti arī Āfrikas dienvidos – Svazilendā (vecums ap 3.1 – 3.4 miljardi gadu) un Zimbabvē (vecums ap 2.7 – 2.9 miljardi gadu).

Tātad arhaja ērā parādījās pirmie dzīvie organismi. Tie bija heterotrofie organismi, kas kā barību izmantoja “pirmatnējā buljona” organiskos savienojumus. Nākošais svarīgākais dzīvības evolūcijas etaps ir saistīts ar fotosintēzes izveidošanos, kas bija pamatā tam, lai organiskā pasaule sadalītos augu un dzīvnieku valstī. Pirmie fotosintezējošie organismi bija zilās aļģes – cianejas. Cianējas un zaļās aļģes, kas parādījās pēc tām izdalīja atmosfērā brīvu skābekli, kas savukārt veicināja baktēriju rašanos, kas bija spējīgas dzīvot aerobā vidē. Acimredzot, tajā pat laikā, arhaja ēras beigās un proterozoja ēras sākumā



(ap 2.6 miljardu gadu atpakaļ) norisinājās vēl divi lieli evolūcijas notikumi – parādījās vairošanās dzimumprocesa ceļā un izveidojās daudzšūnu organismi.

b) Proterozoja ēra (gr.val. "proteros" – daudz agrāks) – otrā ēra Zemes vēsturē, tās garums ap 2 miljardi gadu. Tā sākums datējams ap  $2600 \pm 100$  miljoni gadu, beigas – ap  $(650-680) \pm 20$  miljoni gadu atpakaļ. Proterozoja ēra raksturojas ar aktīviem nokrišņu veidošanās procesiem. Proterozoja ēra masveidīgi attīstījās zilās un zaļās aļģes (cianobaktērijas), no kurām ir saglabājušās dažādas mikrofosilijas un stromatolīti. Proterozojā radās arī pirmie eikarioti – organismi ar "normālām" (šūnas kodolu saturošām) šūnām, sākumā viensūnu, bet pēc tam arī daudzšūnu eikarioti.

Tātad proterozojā jūrās jau bija daudz aļģu, tai skaitā arī tādas formas, kas bija piestiprinājušās jūras dibenam. Sauszeme vēl bija bez dzīvības, bet gar ūdenskrātuvju krastiem baktēriju un mikroskopisko aļģu darbības rezultātā sākās augšņu veidošanās procesi. Liecības par dzīvnieku valsts evolūcijas sākuma posmiem nav saglabājušās. Proterozoja nogulsnēs atrod pilnīgi izveidojušos dzīvnieku tipu pārstāvjus: sūkļus, zarndobumainos, posmkājus.

Venda periods (nosaukts senas slāvu cilts – vendu jeb venedu vārdā) ir pēdējais proterozoja ēras periods pirms fanerozoja (dažreiz to pieskaita fanerozojam vai izdala pilnīgi atsevišķi). Tā sākums ir datējams ap  $(650 - 690) \pm 20$  miljoni gadu, beigas – ap  $570 \pm 20$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums  $80 \pm 20$  miljoni gadu. Dažāda veida bezmugurkaulnieku (bez skeleta) – zarndobumaino, plakano un posmaino tārpu, posmkāju u.c. (vairāk nekā 20 sugu) atliekas ir atrastas pie Baltās jūras un citās vietās. Austrālijā ir pazīstama tā saucamā Ediakarā fauna (pēc vietas nosaukuma Ediakara, uz ziemeļiem no Adelaides), kas vairāk vai mazāk atbilst venda periodam, tāpēc literatūrā šo periodu dažreiz arī sauc par "ediakariju". Ar vendu noslēdzas kriptozojs – "apslēptās dzīvības" eons (lielais laikmets), kas aizņem ap 3 miljardi gadu ilgu posmu ( $3500 - 570$ ) miljoni gadu atpakaļ.

## 5. Fanerozojs – īss pārskats.

Fanerozojs (gr. val. "phaneros" – redzams, atklāts, tiešs; "zōē" – dzīvība) – tiešās, atklātās dzīvības lielā ēra (eons), kas ietver trīs ēras: paleozoju, mezozoju un kainozoju. Fanerozoja sākumu datē apmēram ar  $570 \pm 20$  miljoni gadu atpakaļ. Organisko atlieku un fosiliju daudzums no fanerozoja ļauj diezgan sīki izsekot organiskās pasaules vēsturei šajā eonā.

a) Paleozojs (gr.val. "palaios" – sens) – senās dzīvības ēra, pirmā fanerozoja ēra. Paleozoja sākums  $570 \pm 20$  miljoni gadu, beigas  $230 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap  $340 \pm 10$  miljoni gadu. Paleozojs ietver sešus periodus: kembrija, ordovika, silura, devona, karbona jeb akmeņogļu un permā.

Paleozojs ir aktīvas kalnu veidošanās un nepārtrauktas okeāna līmeņa celšanās un krišanās ēra. Paleozojs ir augstāko augu intensīvas attīstības (evolūcijas) laikmets (sākot ar silura periodu), kuri pārstāv gandrīz visas sporaugu un kailsēkļu grupas. Paleozojā ir pazīstami gandrīz visu tipu un klasu bezmugurkaulnieku dzīvnieki kā arī mugurkaulnieki, ieskaitot putnus un zīdītājus. Paleozoja pirmajai pusei ir raksturīga galvenokārt jūrās dzīvojošo bezmugurkaulnieku kundzība, zivjveidīgo un zivju parādīšanās, dažādu aļģu (ūdensaugu) dominance. Paleozoja otra puse rakturojas ar sauszemes apdzīvotību ar augiem un dzīvniekiem (bezmugurkaulniekiem, abiniekiem (amfībijām) un rāpuļiem).

1) Kembrija (latīņu val. "Cambria" – Velsa) periods – pirmais paleozojā. Kembrija sākums –  $570 \pm 20$  miljoni gadu, beigas –  $490 \pm 15$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap  $80 \pm 20$  miljoni gadu. Kembrija

sākumā notika plaša jūras (okeānu) līmeņa celšanās (transgresija), kuru perioda vidū nomainīja tās atkāpšanās (regresija), kas savu maksimumu sasniedza vēlajā kembrijā. Zemes ziemeļu puslodē pārseva bija jūras, dienvidos – pletās Gondvānas kontinents. Kembrija perioda beigās dzīvoja gandrīz visu dzīvnieku tipu pārstāvji, zināmas arī dzīvnieku grupas, kuru sistemātiskā (klasifikācijas) piederība nav noteikta. Jūras faunai raksturīgi ir trilobīti (ap 60 % no visas jūras faunas sugām), pleckāji, dažādi zarndobumainie, moluski, adatainie. Kembrija beigās parādījās bezžokļu mugurkaulnieki, tad arī izmira virkne klasu, kas radās kembrija periodā, bet eksistēja īsu laiku, piemēram, dažas molusku un adataiņu klases. Augu valstī kembrija periodā dominē dažādas aļģes (ūdensaugi).

- 2) Ordovika (latīņu val. "Ordovices" – ordoviki, sena ķeltu cilts, kas apdzīvoja mūsdienu Velsu) periods – otrais paleozojā. Ordovika sākums –  $490 \pm 15$  miljoni gadu, beigas –  $435 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums –  $55 \pm 10$  miljoni gadu. Ordovika sākumā jūras aizņēma vislielāko teritoriju visā fanerozoja vēsturē, kas pieder mūsdienu kontinentiem. Perioda beigās sakarā ar kalnu veidošanos norisinājās jūras atkāpšanās un lielu teritoriju nosusināšanās. Parādījās virkne jaunu bezmugurkaulnieku grupu, dominēja pleckāji, trilobīti, adatatādainie (17 klases), galvkāju moluski, korāļi. Ordovikā dažas galvkāju molusku sugas izmira, ieskaitot vislielākos šī perioda dzīvnieku valsts pārstāvjus, kuru gliemežnīcas sasniedza garumu līdz pat 9 m. Mugurkaulniekus pārstāv bezžokļu bruņeši. Ordovika perioda floru joprojām pārstāv ūdensaugi (aļģes).
- 3) Silura (latīņu valodā "Silures" – siluri, senas ķeltu cilts Velsā nosaukums) periods – trešais paleozojā. Silura sākums –  $435 \pm 10$  miljoni gadu, beigas –  $400 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap 35 miljoni gadu. Silura sākumā ievērojamu Zemes virsmas daļu aizņēma jūra, bet tā beigās sākās vispārīga jūras atkāpšanās (regresija) un jaunu kalnu sistēmu veidošanās (Skandināvijas, Sajānu u.c.). Joprojām dominē dažādi zarndobumainie, moluski un pleckāji. Parādās pirmie ar gaisu elpojošie dzīvnieki – skorpioni. Silura perioda beigās ievērojami samazinās dažādu grupu korāļu skaits. No mugurkaulniekiem turpina dzīvot bezžokļainie, parādās vissenākās zivis – akantodi. No augiem dominē ūdensaugi (aļģes), silura prioda beigās parādās to pirmie pārstāvji, kas sāk sauszemes apdzīvošanu – psilofiti, pirmie augi, kas varēja nostiprināties zemē (augsnē).
- 4) Devona (pēc Devonširas grāfistes nosaukuma Lielbritānijā) periods – ceturtais paleozojā. Devona sākums –  $400 \pm 10$  miljoni gadu, beigas –  $345 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap 55 miljoni gadu. Devona sākumā jūra atkāpjas milzīgās platībās, perioda vidū norisinās jūras uzbrukums (transgresija), ko perioda beigās atkal nomaina spēcīga regresija. Devona laikā Sibīrija pilnīgi atbrīvojas no jūras, Austrumeiropā saglabājas tikai lagūnveida ūdens baseini. Devonam ir raksturīga organiskās pasaules sastāva krasi izmaiņa. Šajā periodā izmirst ievērojams skaits bezmugurkaulnieku primitīvo grupu un vairums bezžokļaino, lielā daudzumā parādās dažādas zivis. Devona laikmets – "zivju laikmets". Svarīgs posms biosfēras attīstībā bija sauszemes apdzīvošana ar dažādām organismu grupām, kas norisinājās devonā. No virszemes dzīvniekiem pazīstami zirnekļi, ērces, pašās devona beigās parādās pirmie abinieki (ihtioستي). Rodas sporu augu galvenās grupas, piemēram, staipekņaugi un pirmpapardes, izveidojas augsnes kārtā. Devona perioda beigās (vēlā devona sākumā) izmirst psilofiti un parādās

istie kailsēkļi. Devonā sāk iezīmēties botāniski – ģeogrāfiskās zonas.

- 5) Akmeņogļu jeb karbona (latīņu val. “carbo, carbonis” – akmeņogle) periods – piektais paleozojā, Karbona sākums –  $345 \pm 10$  miljoni gadu, beigas  $280 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums –  $65 \pm 10$  miljoni gadu. Karbonam ir raksturīgas mazas jūras tagadējo kontinentu vietā, periodiska lielu teritoriju applūšana un nosusināšanās, Tjansana, Urālu kalnu rašanās, kalnu veidošanās Kazahijā, Rietumeiropā, Ziemeļamerikā. Klimats karbonā plašās teritorijās mitrs, silts, kaut arī bija rajoni ar mērenu, laikiem pat bargu klimatu.

Jūrās plaši bija izplatīti bezmugurkaulnieki, bet starp mugurkaulniekiem dominēja zivis, vienlaicīgi norisinājās arī dažu bezmugurkaulnieku grupu izmiršana.

Uz sauszemes attīstās meži, kuros dominē sporaugi (piemēram, staipekņi, papardes) un kailsēkļi (sēkļu papardes, pirmie skuju augi). Izveidojas skaidras (noteiktas) ģeogrāfiskās joslas ar ekvatoriālo joslu vidū, kas atdalīja ziemeļu (Ziemeļāzijas) un dienvidu (Gondvanas) netropiskās (mērenās) joslas. Purvos un mazo jūru piekrastes zonās lielos apmēros uzkrājās augu valsts atliekas, kas vēlāk deva ievērojamas akmeņogļu iegulas (slāņus), no šejienes arī radies karbona perioda nosaukums. Bagātāka kļuvis virszemes fauna. Pazīstami skorpioni, zirnekļi, spārnotie kukaiņi – dažiem no tiem spārnu atvēziens sasniedz gandrīz 1 metru. No mugurkaulniekiem dominē abinieki, bet ap karbona vidu parādījās pirmie rāpuļi.

- 6) Permas periods (nosaukts sākotnējā apraksta, Permas rajona vārdā) – sestais un pēdējais paleozojā. Perma sākums –  $280 \pm 10$  miljoni gadu, beigas –  $230 \pm 10$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums –  $50 \pm 10$  miljoni gadu. Permā beidzas kalnu veidošanās procesi Urālos, Tjansanā, dažos Rietumeiropas rajonos un Apalačos (Ziemeļamerikā). Lielos apgabalos norisinājās jūras atkāpšanās un izveidojās pusnoslēgti ūdensbaseini. Klimats permā raksturojās ar krasi izteiktu sadalījumu zonās. Bija rajoni ar tropisku, mitru klimatu, rajoni ar karstu un sausu, mērenu un pat aukstu klimatu. Dienvidu puslodē (Gondvānā) turpinājās kontinentālais apledošums.

Permas periodā pakāpeniski izmirst virkne dzīvnieku: pēdējie trilobīti, pleckāji, jūras lilijas, četrstaru korāļi. Perioda beigās ievērojami samazinās kārtu un dzimtu skaits gandrīz visās bezmugurkaulnieku un daļēji arī mugurkaulnieku klasēs, bet vienlaicīgi parādās jauni bezmugurkaulnieki un mugurkaulnieki. Rāpuļi sasniedz lielu daudzveidību. Dažiem, zvēriem līdzīgiem rāpuļiem, parādās uzbūves īpatnības, kas tos tuvina vēlākajiem zīdītājiem. No permas perioda Krievijas Eiropas daļā ir zināmi vairāki mugurkaulnieku atradumu apgabali – Urālos, Tatārijā, pie Ziemeļu Dvinas, Pievolgā. Līdzīga fauna atrasta arī Dienvidāfrikā. Augu valstī permas perioda sākumā stipri samazinājās staipekņu skaits, ziemeļu puslodē pastiprināti attīstās skuju augi. Klimata un floras sadalījums zonās permā izteikts vēl krasāk nekā karbonā. Turpinājās akmeņogļu veidošanās process, piemēram, Pečoras, Tunguskas un Kuzņeckas baseinos.

- b) Mezozojs (gr. “mesos” – vidējs, “zōē” – dzīvība) – “vidējās dzīvības” ēra. Mezozoja sākums –  $230 \pm 10$  miljoni gadu, beigas –  $66 \pm 3$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap 165 miljoni gadu. Mezozojs ietver 3 periodus: triasa, juras un krīta. Mezozojs ir intensīvas kalnu veidošanās ēra Klusā, Atlantijas un Indijas okeāna perifērijā. Mezozojs – rāpuļu kundzības ēra uz sauszemes, jūrās un gaisā. Augu valstī mezozojā valda kailsēkļi un papardes. Mezozoja sākumā parādās primitīvi zīdītāji, vidū – pirmputni (arheopteriksi). Mezozoja beigās norisinās

daudzu dzīvnieku un augu grupu izmiršana kā uz sauszemes tā arī jūrās, florā parādās segsēkļi.

1) Triasa (gr. "trias" – trejums) periods – pirmais mezozoajā, nosaukts pēc nogulu rakstura Rietumeiropā, kas dalās 3 krasi atšķirīgos slāņos. Triasa sākums –  $230 \pm 10$  miljoni gadu, beigas –  $(190 - 195) \pm 5$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums – 30 – 40 miljoni gadu. Triasa sākumu raksturo lielu platību nosusināšanās, ko drīz nomaina jūras līmeņa pacelšanās, kas sasniedz maksimumu perioda beigās. Sākās Gondvanas sadalīšanās. Klimats diezgan sauss, tā sekas bija krasi akmeņogļu veidošanās intensitātes pazemināšanās, visai nenoteikts ir arī sadalījums klimatiskajās zonās. Norisinās intensīvas faunas izmaiņas. Parādās sešstaru koraļļi, palielinās molusku daudzveidība, dominē kustīgas adatādaino formas, parādās pareizas formas jūras eži. Samazinās seno zivju grupu skaits, parādās kaula (asaku) zivis. Parādās jaunas rāpuļu grupas – bruņurupuči, krokodili, ihtiozauri u.c., sākas dinosaurus laikmets. No triasa beigām ir pazīstami pirmie sīkie, primitīvie zīdītāji. Florā bija izplatīti staipekņveidīgie, papardes, kosas, skuju augi, gingkveidīgie (viens no tiem ir saglabājies līdz pat mūsu dienām).

2) Juras (no Juras kalnu nosaukuma Rietumeiropā) periods – otrais mezozoajā. Juras sākums –  $(190 - 195) \pm 5$  miljoni gadu, beigas –  $135 \pm 5$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums ap 60 miljoni gadu. Jurā turpinājās Gondvanas sadalīšanās, veidojās Atlantijas okeāns, norisinājās diezgan aktīva Zemes garozas kroku veidošanās Klusā okeāna perifērijā. Juras sākumā jūras atkāpjas, bet pēc tam paceļas un savu maksimumu sasniedz perioda otrajā pusē, ko vēlreiz nomaina liela regresija jūras beigās. Klimats jūras sākumā un vidū ir mitrs, beigās – sausāks. Uz sauszemes, jūrā un gaisā valda rāpuļi, ir dinosaurus, ihtiozauru, pleziosaurus, pterozaurus uzplaukums. Dzīvo senie zīdītāji, jūras beigās parādās pirmputni (arheopteriksi). Izdalās Vidusjūras un boreālais (ziemeļu mērenais) floras apgabals, joprojām plaši izplatīti ir paparžaugi un kailsēkļi, virknē apgabalu norisinās intensīva akmeņogļu uzkrāšanās.

3) Krita periods – nosaukts pēc krita nogulu bagātības šī perioda nogulsnes – trešais un pēdējais mezozoajā. Krita perioda sākums –  $136 \pm 5$  miljoni gadu, beigas –  $66 \pm 3$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums – ap 70 miljoni gadu. Krita periodā norisinājās ievērojama platību nosusināšanās, ko nomainīja jūras līmeņa celšanās – viena no vislielākajām transgresijām Zemes vēsturē, bet pašās krita perioda beigās – atkal jūras baseinu platību samazināšanās, ko daudzās vietās pavadīja aukstāka klimata iestāšanās. Krita periodam ir raksturīga kalnu veidošanās Austrumāzijā un Amerikā (Klīšu kalni un Andi). Jūrās daudz seno mugurkaulnieku, plaši izplatītas kaula zivis. Turpinās rāpuļu kundzība gan uz sauszemes, gan jūrās, gan gaisā. Parādās zobainie un vēdekļastainie putni, somainie zīdītāji. Ļoti svarīgs notikums agrajā krita periodā ir segsēkļu parādīšanās, ar kuriem ir saistīta kukaiņu un citu dzīvnieku grupu evolūcija. Vienlaicīgi daudzās dzīvnieku grupās risinājās ievērojama izmiršana, kas dažādās dzīvnieku grupās nebija vienmērīga. Vairumam grupu galvenās izmaiņas norisinājās krita perioda beigās, kad izmira ap 70 % molusku grupu, 50 % jūras ežu, 60 % pleckāju. No rāpuļiem izmira visi dinosaurus, ihtiozauri, pleziosaurus, pterozauri, no zīdītājiem – gandrīz visas mezozoja raksturīgās grupas. Florā ievērojami samazinājās gingkveidīgie u. c. seno augu grupas, kā arī daudzas ūdensaugu (aļģu) grupas.

c) Kainozojs (gr. val. "kainos" – jauns; "zōē" – dzīvība) – "jaunās dzīvības" ēra, trešā fanerozojā. Kainozoja sākums –  $66 \pm 3$  miljoni gadu atpakaļ un tas turpinās arī mūsu dienās. Kainozojs ietver 3 periodus:

paleogena, neogena un antropogena. Kainozojā beidzas Alpu kalnu veidošanās cikls, notiek vairākkārtējas transgresijas un regresijas. Siltasiņu dzīvnieki (zīdītāji un putni) valda uz sauszemes un gaisā, norisinājās otrreizēja zīdītāju atgriešanās ūdenī un visu grupu jūras zīdītāju rašanās, vairums no kuriem eksistē arī mūsu dienās. Kainozojā parādās un savu uzplaukumu sasniedz primāti, kas saistīti ar cilvēka izcelšanās problēmu. Kainozojā vērojams kukaiņu uzplaukums. Veidojas mūsdienu augu valsts, segsēkļu augu uzplaukums. Kainozoja beigās (tuvāk mūsu dienām) – milzīgs apledojums (“ledus laikmets”) plašos apgabalos.

Kainozoju agrāk iedalīja arī terciārajā un kvartālajā periodā, tagad arī dažreiz lieto šo iedalījumu iepriekšminēto 3 periodu vietā:

- 1) Paleogens (“senās dzimšanas”) periods:  $(60 \pm 3) \div (25 \pm 2)$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums –  $41 \pm 2$  miljoni gadu;
- 2) Neogens (“jaunās dzimšanas”) periods:  $(25 \pm 2) \div 1.8$  miljoni gadu atpakaļ, ilgums –  $>23$  miljoni gadu;
- 3) Antropogēna (“cilvēka dzimšanas”) periods: ilgums  $(0.6 - 1) \div (2.5 - 3.5)$  miljoni gadu atpakaļ sākot no mūsu dienām.

Terciārais periods:  $(60 \pm 3) \div 1.8$  miljoni gadu atpakaļ – apvieno paleogenu un neogenu.

Kvartālais priods: no  $\sim 2$  miljoni gadu atpakaļ līdz mūsu dienām, atbilst antropogenam.

Kainozoja sākumā beidzas kalnu veidošanās process, kas sākās meozoja beigās. Izdalās Vidusjūra, Melnā, Kaspijas u.c. jūras. Iestājas silts, vienmērīgs klimats. Ziemeļos valdošie bija skuju koki, dienvidos – siltā un mērenā klimata augu valsts. Visu Eiropu pārklāja meži, kuros auga ozoli, bērzi, priedes, kastaņi u.c. Dienvidos auga gumijkoki, lauru koki, eikalipti u.c. Kvartālajā periodā (2–3 miljoni gadu atpakaļ) iestājās ievērojamas Zemeslodes daļas lielais apledojums. Siltummīlošie augi atkāpjas uz dienvidiem vai izmirst, parādās aukstumizturīga zāļu un krūmu augu valsts, plašos apgabalos mežus nomaina stepes, pustuksneši un tuksneši. Veidojas mūsdienu augu valsts asociācijas. Dzīvnieku pasaules attīstību kainozojā raksturo tālāka kukaiņu diferenciacija, intensīva putnu sugu veidošanās un ļoti strauja, progresējoša zīdītāju attīstība.

Visprimitīvākie no zīdītājiem bija kukaiņēdāji, no kuriem, kā uzskata, ir cēlušies pirmie plēsēju un primātu kārtas pārstāvji. Senie plēsēji, domājams, ir arī nagaino priekšteči. Neogena beigās jau bija sastopamas visas mūsdienu zīdītāju dzimtas.

Uzskata, ka ap 30 miljoni gadu atpakaļ primātu kārtā parādījās parapiteki – nelieli dzīvnieki, kas dzīvoja kokos un barojās ar augiem un kukaiņiem. To žokļi un zobi jau bija tādi kā cilvēkveidīgajiem pērtiķiem. Uzskata, ka no parapitekiem cēlušies giboni, orangutāni un vēlāk izmirušie, kokos dzīvojošie pērtiķi – driopiteki. Driopiteki deva 3 pēcteču zarus, no kuriem divi noveda pie šimpanzes un gorillas, bet trešais – caur virkni starpformu – līdz cilvēkam.

## XX. Evolūcijas teorijas neatbildētie jautājumi.

1. Dzīvības definīcija un bioloģijas aksiomas.
2. Dzīvās dabas evolūcijas kopīgā aina.
3. Lamarka evolūcijas teorija.
4. Lamarkisma un darvinisma pretstats.
5. Argumenti pret gadījuma mutācijām.
6. Darvinisma papildus argumenti.
7. Iegūto pazīmju mantošanas problēma.
8. Dzīvības izcelšanās problēma.
9. Evolūcijas teorijas (un bioloģijas vispār) neatrisinātās problēmas.
10. Bioloģijas pamatu filozofiskā un teoloģiskā analīze.

### Literatūra.

1. B. Medņikovs. Bioloģijas aksiomas. Rīga, "Zinātne". 1987.
2. Diskusija žurnālā "Химия и Жизнь":
  - 2a) Е.К.Тарасов. Случайна ли эволюция?, н. 2 (1981), с. 57-65.
  - 2b) Н.Н.Моисеев. Случайна или неизбежна эволюция?, н. 7 (1981), с. 23-27.
  - 2c) А.А.Нейфах. Только дарвинизм!, н. 2 (1982), с. 40-47.
  - 2d) Л.И.Корочкин. К спорам о дарвинизме. н. 5 (1982), с. 56-61.
  - 2e) К.Чуковский. Скачки и постепенность в эволюции или слово в защиту дарвинизма., н. 7 (1985), с. 42-48.

## 1. Dzīvības definīcija un bioloģijas aksiomas.

**“Dzīvība ir aktīva, enerģiju patērējoša specifiskas struktūras uzturēšana un jaunatveidošana”.**

Bioloģijas aksiomas:

1. aksioma.

“Jebkurš dzīvais organisms ir kopums, kurā fenotips (pats organisms) apvienots ar tā izveidošanas programmu – genotipu, kas pārmantojas no paaudzes uz paaudzi”.

2. aksioma.

“Iedzimtības molekulas sintezējas matricveidīgi. Par matrici, uz kuras top nākamās paaudzes gēns, kalpo iepriekšējās paaudzes gēns”.

3. aksioma.

“Ģenētiskās programmas pāriedamas no paaudzes uz paaudzi daudzu ceļoņu dēļ mainās nejauši un nevirzīti un tikai nejauši šīs pārmaiņas var palielināt pielāgotību videi”.

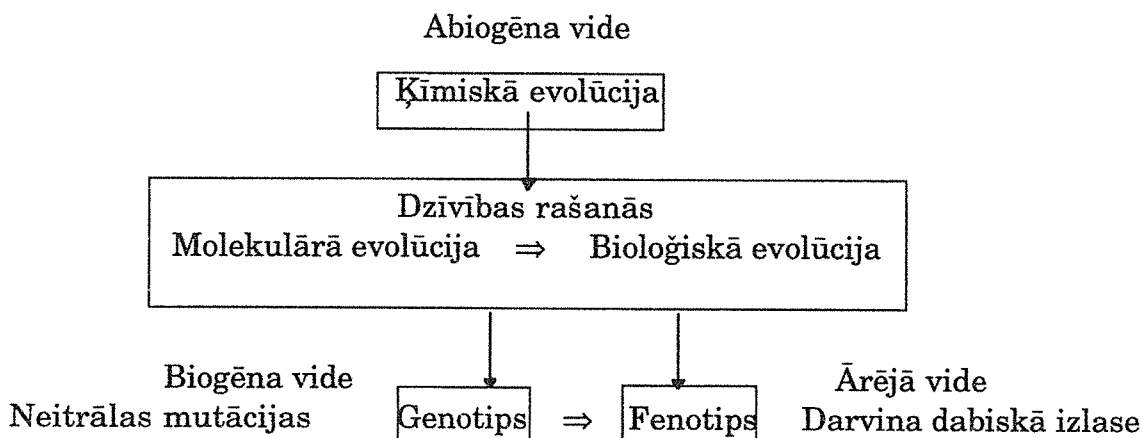
4. aksioma.

“Nejaušās pārmaiņas, kas fenotipam topot, rodas ģenētiskajās programmās, ārējās vides apstākļi daudzkārt pastiprina un pakļauj izlasei”.

1. un 2. aksioma – “ģenētikas aksiomas” – pašlaik tiek mazāk apstrīdētas.

3. un 4. aksioma – “evolūcijas aksiomas” – lielu strīdu avots.

## 2. Dzīvās dabas evolūcijas kopīgā aina.



## 3. Lamarka evolūcijas teorija.

Lamarkisms – franču biologa Žana Batista Lamarka (J.B.P.Lamarck, 1744. – 1829.) izveidotā evolūcijas teorija, izklāstīta darbā “Zooloģijas filozofija”(1809.g.).

Lamarka evolūcijas teorijas pamati:

- 1) Organismi ir mainīgi, sugas (u.c. taksonomiskās kategorijas) ir nosacītas un pakāpeniski pārveidojas par jaunām sugām;
- 2) Vispārīgā organismu vēsturisko izmaiņu tendence – pakāpeniska to organizācijas pilnveidošanās (gradācija), kuras dzinējspēks ir jau no sākuma dotā (Radītāja ielikta) dabas tieksme uz progresu;

- 3) Organismam piemīt sākotnēji dotā spēja mērķtiecīgi reaģēt uz ārējo apstākļu izmaiņām;
- 4) Organisma izmaiņas, kas iegūtas dzīves laikā un organisma reakcija uz apkārtējo apstākļu izmaiņām tiek mantotas.

Saskaņā ar Lamarku:

Gradācija – tā ir organismu pašattīstība, kas nav atkarīga no apkārtējās vides – tā ir autoģenēze.

Organismu pielāgošanās pie apkārtējās vides izmaiņām noved pie novirzēm no pareizas gradācijas. Šīs adaptācijas, atšķirībā no organismu pilnveidošanās (autoģenēze) nosaka ārējās vides izmaiņas – tā ir ektoģenēze.

Augi uztver apkārtējo nosacījumu izmaiņu ar vielu maiņu, bet dzīvniekiem vispirms izmainās to vajadzības, kas izsauc jaunu darbību nepieciešamību, kas noved pie orgānu izmantošanas izmaiņām.

1. Lamarka likums:

Kāda orgāna nepārtraukta izmantošana noved pie tā pastiprinātas attīstības, bet neizmantošana – pie tā vājināšanās un izzušanas.

2. Lamarka likums:

Orgānu pastiprinātas izmantošanas vai neizmantošanas rezultāti tiek mantoti.

Lamarka teorijā pirmo reizi apvienoja:

- 1) sugu mainības ideju (kurai piekrita visi transformisti) un;
- 2) ideju par progresīvu evolūciju.

Tā bija pirmā konsekventā evolūcijas koncepcija.

#### 4. Lamarkisma un darvinisma pretstats.

Lamarkisma kopsavilkums:

- 1) Visi organismi dzīves laikā piemērojas apkārtējai videi. Šīs piemērošanās gaitā izmainās kā organisma fiziskais stāvoklis tā arī tā izturēšanās, organisms iegūst jaunas pazīmes;
- 2) Iegūtās pazīmes tiek nodotas pēcnācējiem mantošanas ceļā;
- 3) Organismiem piemīt vispārēja iekšējā tieksme uz pilnveidošanos, uz kuras fona darbojas abi iepriekš minētie faktori.

Pirmais apgalvojums ir saskaņā ar novērojumiem un netiek apstrīdēts. Mūsdienu valodā – fenotips izmainās mijiedarbībā ar apkārtējo vidi.

Otrais apgalvojums, ka iegūtās pazīmes tiek mantotas – ir tīri intuitīvs, tas eksperimentāli nav apstiprināts un tas būtībā nozīmē to, ka organisma (fenotipa) izmaiņas pavada arī tā ģenētiskās (genotipa) izmaiņas.

Šī hipotēze par iegūto pazīmju mantošanu ir visu tālāko strīdu pamats bioloģijā. Atklāts paliek jautājums – no kurienes rodas ģenētiskā informācija?

Mūsdienu darvinisms – t.s. sintētiskā evolūcijas teorija uzskata, ka ģenētiskās informācijas radīšanā galvenā loma ir diviem procesiem:

- 1) Gadījuma mutācijām un rekombinācijām DNS (vai RNS) molekulu līmenī – 3. aksioma;
- 2) Dabiskajai izlasei organisma (fenotipu) un populāciju līmenī, pie kam tiek postulēts, ka fenotips neiespaido genotipu – 4. aksioma.

Saskaņā ar lamarkismu jeb tā modernajiem novirzieniem, piemēram, nomoģenēzes teoriju, kuru 1922. gadā izvirzīja Īevs Bergs (1876. – 1950.), evolūcijas pamatā ir likumsakarīgas nevis nejaušas pārmaiņas, fenotips ietekmē genotipu, informācija rodas organisma un apkārtējās vides mijiedarbības rezultātā un tiek nodota genotipam, kur tā uzkrājas ģenētiskā ieraksta formā.



Ir uzskati, ka nevienu no šiem viedokļiem nevar stingri pierādīt. Kādi ir iebildumi pret nejausību (nejausām mutācijām)?

## 5. Argumenti pret gadījuma mutācijām.

Apskatot fenotipa pazīmju gadījuma novirzes Darvina evolūcijas teorija ir visai pārliecinoša, bet apskatot gadījuma mutācijas genotipā DNS molekulārā līmeņa valodā gadījuma evolūcijas teorija nav tik droša.

Zinot, ka jebkurš "bioloģisku jēgu" nesošs ģenētisks teksts rodas četru ģenētiskā alfabēta burtu A (adenīns), T (timīns), G (guanīns), C (citozīns) gadījuma kombināciju rezultātā aptuveni novērtēsim šāda notikuma (t.i. "sakarīga bioloģiska teksta" gadījuma izveidošanās) varbūtību.

Daži novērtējumi:

"Ģenētiskā teksta vārds", kurā ir 1 gēns satur ap  $\sim 10^3 = 1000$  burtu (A,T,G,C). Šūnu kodola hromosomas DNS satur ap  $10^3 \times 10^3 = 10^6$  burtu.

Tad gēnam (1000 burtu) gadījuma kombināciju skaits pa 4 burtiem iznāk:

$$4^{1000} = 2^{2000}.$$

Hromosomai ( $\sim 10^3$  gēnu =  $10^6$  burtu) gadījuma kombināciju skaits iznāk:

$$4^{(10^6)} = 4^{1000000} = 2^{2000000}.$$

Tātad tik daudz  $\sim 2^{2000000}$  mēģinājumu ir jāizdara, lai vajadzīgo (ar "bioloģisko jēgu") hromosomas gēnu kombināciju atrastu gadījuma ceļā.

Salīdzinām šo skaitli  $2^{2000000}$  ar visa materiālā Visuma iespējām.

Nemam Visumu ar rādiusu  $R = 10^{11} = 100$  miljardi gaismas gadu (faktiski Visuma rādiuss ir ap 13 miljardi gaismas gadu), to blīvi piepildām ar "vismazākajām" elementārdaļiņām – elektroniem, kuru rādiuss  $r_e = 10^{-13}$  cm.

Tādu elektronu šādā blīvi piepakoātā Visumā būs ap  $10^{126}$ .

Ja katru mikrosekundi ( $1 \mu\text{sek} = 10^{-6}$  sek) katrā "elektrona šūnā" izmainām pa 1 variantam, tad pēc 100 miljardiem gadu būsīm izmēģinājuši ap  $10^{150} \sim 2^{500}$  variantu, kas ir daudz mazāk par  $2^{2000000}$  variantiem.

Tātad – visu "Visuma resursu" nepietiek, lai hromosomu "uzmestu" nejauši.

Vai, nespējot pārbaudīt visas ģenētiskās kombinācijas, dabiskā izlase varētu katrā posmā atnest bezjēdzīgās kombinācijas?

Bet atmetot visas bezjēdzīgās kombinācijas katrā paaudzē dabiskā izlase nepalielina ģenētiskās informācijas gadījuma rašanās varbūtību, bet gan samazina to, jo tiek aizliegti visi evolūcijas varianti, kas iet caur vismaz vienu "bezjēgas punktu", t.i. bezjēdzīgu mutāciju (kā vārdu pārvēršanas spēlē).

Lai apietu šo problēmu, ka ģenētiskās informācijas gadījuma rašanās varbūtība praktiski ir nulle, tiek izvirzīta tēze, ka DNS molekulas nav unikālas.

DNS molekulas nav unikālas – tas nozīmē, ka ģenētiskais ieraksts tiešām radās nejauši, kā bezjēgas simbolu secība un tikai vēlāk tam "piekārtojās" noteikta bioloģiska jēga (nozīme). Bet var pierādīt, ka jebkura ar jēgu apveltīta informācija ir zināmā veidā unikāla. Ģenētiskajai informācijai, kas ierakstīta jebkura organisma genotipā ir jābūt:

- 1) saskaņotai ar apkārtējo pasauli (vidi);
- 2) saskaņotai pašai ar sevi.

Piemēram, ņemam kādu informācijas ierakstu un patvaļīgi sadalām to divās daļās. Attiecībā pret jebkuru no šīm daļām varam teikt, ka tā ir

neunikāla – t.i. radusies nejauši un jēga tai ir piekārtota tikai pēc tās rašanās. Bet attiecībā pret otro daļu mēs to vairs nevaram teikt, jo tai ir jābūt saskaņotai ar pirmo. Ņemot vērā šo stingrās atbilstības nepieciešamību, aplūkotā informācijas ieraksta otrās daļas gadījuma rašanās varbūtība praktiski ir nulle.

Literatūrā ir apgalvojumi, ka nejaušību evolūcijā ierobežo kaut kādi faktori, kuriem var būt lamarkisma, nomoģenētiska vai kāda cita jēga. Bet, lai cik vāja arī būtu likumsakarība pie mutācijām, tās atzišana apgāž evolūcijas teoriju, jo pie gadījuma mutāciju “nulles produktivitātes”, tās tomēr paliek tikai par virzīto mutāciju “troksni”.

## 6. Darvinisma papildus argumenti par labu nejaušajām mutācijām un dabiskajai izlasei.

- 1) Nav iespējams veikt daudz maz korektus “sakarīga bioloģiskā teksta” izveidošanās varbūtības aprēķinus, gadījuma (nejaušu) kombināciju rezultātā  
( $(mūsū 4^{1\,000\,000} = 2^{2\,000\,000} \gg 2^{500}$  (“Visuma”)),  
jo mums tādiem aprēķiniem vienkārši nepietiek zināšanu, respektīvi:
  - a) Nav zināms vidējais mutāciju temps daudzām dzīvnieku, augu un baktēriju sugām;
  - b) Iespējams, ka daudz svarīgāku lomu evolūcijā spēlē nevis vienkārša nukleotīdu bāzu (A, T, G, C) apmaiņa, bet gan citi procesi ar DNS, piemēram, ģenētiskā materiāla dubultošanās gar DNS pavedienu, DNS fragmentu pārnese gar hromosomu vai no vienas hromosomas uz otru vai arī starp organismiem ar vīrusu palīdzību. šo procesu lomu mēs vēl neprotam novērtēt;
  - c) Olbaltumvielu evolūcija notiek ar nevienādu ātrumu, piemēram, hemoglobīnu evolūcija – diezgan ātri, šūnu kodolu olbaltumvielu – histonu evolūcija praktiski “stāv uz vietas”. Tuvām sugām (cilvēks un šimpanze) olbaltumvielas praktiski ir identiskas, bet pašas sugas ievērojami atšķiras. Liekas, ka evolūcija notiek ne tik daudz pateicoties “struktūras gēniem”, kas kodē fermentus un hemoglobīnu, bet gan “regulējošajiem gēniem”, kas kodē šūnu formu, orgānu struktūru un novietojumu. Par šiem faktoriem arī nevaram neko konkrēti zināt;
  - d) Nav zināms, cik ātri “derīgās” mutācijas izspiedīs nemutējošos (“mežonīgos”) gēnus, ar kādu ātrumu nederīgās (vai kaitīgās) mutācijas savstarpēji krustojoties kļūst derīgas, kāda ir recesīvo un dominējošo mutāciju relatīvā loma.
- 2) Nav pareizi, ka gēna “radīšanai” ir jāpārbauda, piemēram, visi  $4^{1000000}$  varianti. Evolūcijas nepieciešamai noteikums – to organismu, kas nav paspējuši radīt pēcnācējus, absolūtā vairākuma bojā eja. Evolūcija – tā ir nevis visu iespējamo variantu nejaušo kombināciju pārbaude, bet gan “virzīts meklējums”. Derīgā mutācija vispirms izplatās populācijā, izspiežot dotā gēna citus variantus (arī 1000–ši paaudžu) un tomēr isāks ceļš nekā visu variantu nejaušā pārbaude.
- 3) Mākslīgā izlase – dabiskās izlases modelis (5–7 tūkst. gadu) – tā tad dabiskajai evolūcijai laika pietiek!

## 7. Iegūto pazīmju mantošanas problēma.

XIX gs. beigās un XX gs. sākumā tika veikts daudz eksperimentu, lai pārbaudītu tēzi par iegūto pazīmju mantošanu (Lamarka u.c. zinātnieku idejas).

Galvenās grūtības tādās pārbaudēs:

- 1) Grūti pateikt gaidāmā efekta lielumu (dažreiz – apmāc. laika saīs.);
- 2) Nav pat skaidri zināms, kā pašam efektam tieši ir jāizpaužas, piemēram, eksperiments ar peļu astu apgriešanu 20 paaudzēs. Vai nākošajās paaudzēs būtu jādzimst “pelēm ar garām astēm”?

Novērtēsim, kāda iegūto pazīmju mantošanas varbūtība būtu pietiekama, lai izskaidrotu evolūciju, pieņemot, ka ar kādu galīgu, pat ļoti mazu varbūtību iegūtās pazīmes var tikt mantotas (jeb fenotips kaut kādā mērā (varbūt ļoti mazā) ietekmē genotipu)?

Minimālais tādas mantošanas efekts būtu 1 gēna izmaiņas pēcnācējā.

Pieņemsim, ka viss Zemes biosfēras genofonds veidojies tādā veidā fenotipam iespaidojot genotipus.

Novērtējam gēnu ģenerācijas ātrumu laika vienībā un attiecībā pret vienu organismu (ļoti tuvināti):

$(\text{Gēnu ģenerācijas ātrums}) / ((1 \text{ laika vienībā}) \times (1 \text{ organisms})) = (\text{visu gēnu skaits, kas vispār eksistējis uz Zemes}) / ((\text{biosfēras eksistences laiks}) \times (\text{visu organismu skaits, kas dzīvojis uz Zemes}))$ .

- 1) Augšējais novērtējums – maksimālais gēnu ģenerācijas ātrums (cilvēkam).

$(\text{Cilvēka gēnu ģenerācijas ātrums}) / (1 \text{ gads} \times 1 \text{ cilvēka organisms}) = (\text{cilvēkam pavisam ir } 10^6 \text{ gēnu}) / (10^9 \text{ gadi} \times “1” \text{ (pieņem, ka visi cilvēka gēni iet pa 1 līniju un paplašina šī “cilvēka” mūžu līdz } 10^9 \text{ gadiem (1 miljards g.)}) = 10^6 / 10^9 = 10^{-3} \text{ gēni} / (\text{gadi} \times \text{organismi})$ .

Apakšējais novērtējums – minimālais gēnu ģenerācijas ātrums cilvēkam. Pieņemot, ka katram gēnam ir ~10 versijas (allelijas) un ka šo  $10^7$  gēnu lielo genofonu ir radījuši visi cilvēki un to priekšteči no pirmās šūnas līdz mūsdienai cilvēkam –  $10^9$  organismu visā dzīvības eksistences laikā –  $10^9$  gados.

$(\text{gēnu ģenerācijas ātrums}) / (1 \text{ gads} \times 1 \text{ organisms}) = (10^7 \text{ gēnu}) / (10^9 \text{ gadi} \times 10^9 \text{ organismi}) = 10^7 / 10^{18} = 10^{-11} \text{ gēni} / (\text{gadi} \times \text{organismi})$ .

Vai ir iespējams tīrs eksperiments iegūto pazīmju mantošanas problēmā?

Tātad ir divas tēzes:

- a) ģenētiskā informācija rodas iekš DNS un dabiskā izlase pastiprina labvēlīgās pazīmes (darvinisms);
- b) fenotips iegūtās labvēlīgās pazīmes nodod DNS un tās tiek mantotas (lamarkisms).

Pieņemot otro tēzi, iegūstam gēnu ģenerācijas ātruma novērtējumu:

minimālais gēnu ģenerācijas ātrums –  $10^{-11}$  gēni / (organismi  $\times$  gadi);

maksimālais gēnu ģenerācijas ātrums –  $10^{-3}$  gēni / (organismi  $\times$  gadi).

Tad:

gēnu minimālais veidošanās ātrums pat pēc droši vien pazemināta novērtējuma –  $10^{-11}$  gēni/(organismi  $\times$  gadi) tomēr ir pārāk liels, lai to varētu izskaidrot ar gadījuma mutācijām;

pat maksimālais, acīmredzot, stipri paaugstinātais gēnu veidošanās ātrums  $10^{-3}$  gēni/(organismi  $\times$  gadi), kad pārejā fenotips  $\rightarrow$  DNS rodas, t.i., iedzimst, ne vairāk kā 1 gēns pa 1000 gadiem vienam cilvēka tipa dzīvajam organismam, tomēr ir ļoti niecīgs. Vienai šūnai šis skaitlis būs vēl 12–15 lieluma kārtas mazāks.

Tātad, pieņemot, ka gēni veidojas mantojot iegūtās pazīmes, apstiprināt vai apgāzt šo hipotēzi eksperimentāli ir ļoti grūti.

šajā sakarā interesanta ir mikrobioloģisko eksperimentu analīze, kuros meklē atbildi uz jautājumu – vai baktērijām radusies imunitāte pret antibiotikām ir to pielāgošanās reakcija?

ASV pētnieku Džoša un Esteres Lederbergu eksperiments.

- A. Ņem vairākus simtus Petri trauciņu ar barotni (agara recekli), kuros iesēj un izaudzē kādu pret antibiotikām jūtīgu baktēriju kultūru;
- B. Izaudzētās kultūras ar steriliem spiedogiem pārnes uz jaunām barotnēm, kurām bija pievienota baktērijām nāvējošā antibiotika;
- C. Pie pietiekami liela baktēriju kultūru skaita, jaunajā, nāvējošajā barotnē, atradās vismaz viena, kura indīgajā barotnē iedzīvojās un turpināja attīstīties, bet arī tās “mātes kolonija” izrādījās indes izturīga!

Kā izskaidrot šo rezultātu?

Lederbergu eksperimentu interpretācija.

- 1) Organismu pielāgošanās reakcijas tiešām nav, organisms nevar pielāgoties faktoram, ar kuru tas vēl nav sastapies. Bet tai pašā laikā ir jāsaprot, ka tas attiecas uz pielāgošanās reakciju, kuru saprot, kā organisma rupju efektu, tā “momentānu” pielāgošanos nāvējošai antibiotiku devai. Tāda “rupja pielāgošanās efekta” tiešām nav.
- 2) Bet jautājums par to, kā parādās mutācijas, kas nodrošina pretestību noteiktiem faktoriem, paliek atklāts.

Apskatām analogiju. Pēc jauka laika pēkšņi uznāk lietussargi. Visi gājēji izmirst izņemot vienu, kuram nejauši līdzīgs bija lietussargs. No kurienes radās lietussargs?

- 1) Vai lietussargs radās no mitruma jeb to radīja gājējs kā acumirklīgu reakciju uz lietussargu;
- 2) Lietussargam nav nekāda sakaru ar lietu, vienkārši gājējiem lietussargi rodas nejauši, paši no sevis, tāpat kā ģitāras, velosipēdi, binokļi. Bet dotajā gadījumā lietussargs izrādījās izdevīgs.

Tad gala secinājumi nejaušo mutāciju un iegūto pazīmju mantošanas tēžu pretstatījuma problēmā būtu sekojoši:

- 1) tēze par to, ka ģenētiskā informācija rodas gadījuma pēc neseko no eksperimenta un ir pretrunā ar varbūtību teoriju;
- 2) tēze par to, ka iegūtās pazīmes (fenotipā) var tikt mantotas, eksperimentāli nav ne pierādīta ne apgāzta.

To var pieņemt kā alternatīvu hipotēzi.

Darvinisma pretargumenti:

- 1) Nevar izskaidrot lamarkismā, kā tieši rodas jaunas labvēlīgas pazīmes;
- 2) Ja labvēlīgās pazīmes ir “izgudrojumi” (likumsakarīgas mutācijas), tad “izgudrotājam” piemērā “zaļš kāpurs uz zaļas lapas” ir problēmas: kāpuriem parasti nav acu, to vecāki (tā riņi) nesatiek savus bērnus, kāpurs, ko apēd putns, nevar nodot “pieredzi” u.t.t.

## 8. Dzīvības izcelšanās problēma.

Pirmās dzīvības pazīmes uz Zemes – pirms  $3,8 \times 10^9$  gadiem (pašai Zemei kā planētai –  $4,6 \times 10^9$  gadu).

Dzīvības rašanās ilgstošas ogļūdeņraža savienojumu evolūcijas rezultātā – Aleksandra Oparina (1924.g.) (A.I. Oparins, 1894. – 1980.) un Džona Holdeina (1929.g.) (J.B.S. Haldane, 1892.–1964.) hipotēze, kuru raksturo 4 posmi:

- 1) mazmolekulāro organisko savienojumu sintēze no sākotnējās atmosfēras (bez skābekļa);
- 2) monomeru polimerizācija ar nukleīnskābju un olbaltumvielu ķēžu veidošanos;
- 3) fāzēs atdalītu organisko vielu sistēmu veidošanās, kas atdalītas no vides ar membrānām;
- 4) vienkāršo šūnu rašanās, kam ir dzīvā īpašība – spēja vairoties.

Problēma – visos biokīmiskajos posmos no DNS līdz olbaltumvielu sintēzei nukleotīdiem ir jāsaistās savā starpā – jāveido polimēru ķēdes, bet šo saistību nodrošina fermenti. Bet fermentiem vispirms ir jāizveidojas pašiem saskaņā ar instrukcijām, kas glabājas jau esošajās nukleīnskābēs. Tātad jauns “vistas-olas” problēmas variants, kas parādījās agrāk – fermenti vai nukleīnskābes?

Pagaidām nav izsmelošas atbildes uz šo jautājumu. Pēdējie atklājumi molekulārās bioloģijas laukā dod zināmas hipotēzes par šo problēmu. 1982.g. T.Cehs (Kolorado, ASV) atklāja, ka katalītiski aktīva ir pati RNS molekula bez fermenta klātbūtnes. Tika izvirzīta hipotēze – ģenētiskā informācija radās RNS polimēru formā, kuri ir spējīgi dubultoties. RNS polimēri ieguva spēju vadīt olbaltumvielu sintēzi, bet olbaltumvielas sāka katalizēt jaunu RNS kopiju sintēzi ar lielu ātrumu. Radās “darba dalīšana” – olbaltumvielas sāka sintezēt jaunas RNS un jaunas olbaltumvielas, bet RNS – apgādāt šo procesu ar nepieciešamo informāciju. DNS ir stabilāka par RNS un var kopēties ar lielāku precizitāti. Ir papildus hipotēze: pāreja RNS → DNS notika izmantojot kādu senu olbaltumvielu, kurai ir mūsdienu fermentam – atgriezeniskajai transkriptāzei līdzīga īpašība: spēja sintezēt DNS dubultspirāli par matrici izmantojot RNS pavedienu.

## 9. Evolūcijas teorijas (un bioloģijas vispār) neatrisinātās problēmas.

- 1) Dzīvības izcelšanās jeb radīšana – fundamentāla vispārzinātniska, filozofijas un teoloģijas problēma.
- 2) Evolūcijas teorijas kvantitatīvie pamatojumi. Mutāciju varbūtību, evolūcijas tempu precīzu skaitlisko aprēķinu trūkums liecina par teorijas “nepabeigtību”.
- 3) Evolūcijas nevienmērīgā gaita, kāpēc evolūcija brīžiem iet strauji, rāvieniem un tad atkal “miņājas” uz vietas?

Sakaņā ar nomoģenēzi (L. Bergs) – evolūcija notiek ar “grūdieniem”, jaunas sugas parādās nevis atsevišķu un gadījuma iedzimto izmaiņu ceļā (“laimīgo atradumu” ceļā, kuri nostiprina izlasi), bet gan likumsakarīgu izmaiņu ceļā, kas iet noteiktā virzienā un uzreiz aptver lielas indivīdu masas.

- 4) Jaunu sugu izcelšanās problēma, kas cieši saistīta ar iepriekšējo jautājumu. Visi paleontoloģijas dati liecina – nav novērojami izzudušo sugu starpposmu relikti. Ir tikai 2–3 tādi piemēri (zirgs, zilonis). šis fakts tagad ir vispāratzīts. Tāpat arī citas problēmas,

mimikrijas, izskaidrojums ("zaļā kāpura rašanās" no sugas, kas nekādām zaļām lapām nelīdzinās) nav atrasts.

Mākslīgā izlase – tā neimitē evolūciju, bet gan demonstrē sugas galveno raksturlielumu nemainību – krustošanos tikai sugas iekšienē un pie visas ārējo formu daudzveidības mākslīgā izlase neveido jaunas sugas!

- 5) Kāpēc ne vienmēr evolūcija attīsta pazīmes, kas, liekas, būtu ļoti izdevīgas, piemēram, saprāts? Bērnu jautājums: "Kāpēc ne visi pērtiķi gribēja kļūt par cilvēkiem?"
- 6) Kāds ir sakars starp mikroevolūciju (molekulārā līmenī) un makroevolūciju (fenotipu, organismu līmenī)?

## 10. Bioloģijas pamatu filozofiskā un teoloģiskā analīze.

Kāds filozofiskais pamats stāv aiz pretstatījuma darvinisms – lamarkisms?

Darvinismā valda nejaušība (nejaušās mutācijas), Dabiskā izlase – pēc ārējiem, nejaušiem apstākļiem. Tam raksturīgs indeterminisma (nejaušības, varbūtības) moments.

Lamarkismā valda likumsakarība (pielāgojošās izmaiņas, kas tiek mantotas). Organismiem – vispārēja iekšēja tieksme uz pilnveidošanos. Lamarkismam raksturīgs determinisms (likumība, noteiktība).

Materiālisma (marksisma) attieksme pret determinismu un indeterminismu dabas zinātnēs – ļoti interesanta:

- 1) Fizikā – mikropasaules teorijā, kvantu mehānikā, kura principā balstās tikai uz varbūtību (un nejaušību) – ilgu laiku tika apkarots "kvantu mehānikas indeterminisms" kā ideālisma izpausme fizikas pamatu analīzē;
- 2) Bioloģijā – Darvina evolūcijas teorijā, ļoti tika aizstāvēts nejaušības faktors mutācijās un dabiskajā izlasē – tāpat tika aizstāvēti indeterminisma momenti!

Kāpēc tik atšķirīga pieeja?

Fizikā uz mikropasauli tika pārnesta XIX. gs. plaši izplatītais "mehāniskais pasaules uzskats" – Nūtona-Laplasa determinisms, tika pieņemts, ka viss pasaulē ir skaidrs un aprēķināms kā klasiskajā mehānikā!

Bioloģijā – te, acīmredzot, loma bija sabiedriskajiem uzskatiem, vēlāk arī politiskajiem apsvērumiem. Nebija izdevīgi atzīt, ka cilvēki attīstās pēc kādiem īpašiem ("iedzimti mantotiem") likumiem, tika uzsvērtā iespēja tos mainīt "pāraudzināšanas ceļā" pēc vidē (sabiedrībā) valdošajiem likumiem – tāpēc arī atzina "tautas akadēmiķa" Lisenko mācību par audzināšanā iegūto faktoru noteicošo lomu.

No teoloģiskā viedokļa – strīds starp determinismu un indeterminismu (nejaušību) attiecas uz dabas zinātņu interpretāciju un teoloģija to nerisina tādā nozīmē kā to saprot dabas zinātnēs.

Arī nejaušība dabā nerunā pretim Dieva likumiem un ir pilnīgi pieļaujama. Nevar teikt, ka "determinisms atbilst Dieva likumiem, bet indeterminisms tiem neatbilst, tāpēc ka ir pretrunā ar Dieva visvarenību un viszinību, jo Dievs visu nosaka".

Šī problēma saistīta ar plašāku jautājumu:

**Kā savienot Dieva visvarenību un viszinību ar cilvēka brīvo gribu?**  
jeb pārformulējot dabas zinātņu valodā:

**Kā savienot Dieva visvarenību, viszinību ar nejaušiem (varbūtīgiem) notikumiem pasaulē?**

Uzskats, ka no Dieva visvarenības viennozīmīgi seko cilvēka brīvās gribas (dabas zinātnēs – nejaušo notikumu) noliegums – t.s. "teoloģiskais fatālisms" teoloģijā tiek noraidīts, jo tā aizstāv tēzi:

**Dievs zina, bet nenosaka.**

Tad:

- 1) Fizikā – mikropasaules mehānika rāda, ka mikropasaule, arī Dieva radība, iziet ārpus mums pierastās realitātes robežām;
- 2) Bioloģijā – pat, ja nākotnē pilnīgi uzvarētu evolūcijas teorija, kas balstīta uz nejaušām mutācijām, tad tas, kas dabas zinātnē izskatās kā “gadījuma mutācija”, pēc Dieva plāna var atbilst viņa “likumam”vai “kārtībai”, jo:

**“Cilvēkiem tas nav iespējams, bet Dievam visas lietas ir iespējamās”.**

**Mat.19:26**

## **XXI. Cilvēka izcelšanās pats sākuma posms pēc bioloģijas datiem.**

1. Cilvēks un primāti.
2. Primātu evolūcija – vispārīgs apskats.
3. Organiskās pasaules iedalījums un primātu vieta tajā.
4. Cilvēkveidīgo pērtiķu un cilvēka bioloģiskās klasifikācijas problēma.
5. Molekulārā bioloģija par cilvēkveidīgajiem pērtiķiem un cilvēku.
6. Cilvēka celms un australopiteki.
7. Australopiteku sugas:
  - a) Afaras australopiteks;
  - b) Āfrikas australopiteks;
  - c) Varenais (robustais) australopiteks;
  - d) Boisa australopiteks.
8. “Prasmīgais cilvēks”(Homo habilis) – pārejas forma uz arhantropiem.

### **Literatūra.**

1. Давид Ламберт. Доисторический человек. Кембриджский путеводитель. Ленинград, Недра, 1991.
2. П.Кемп. К.Армс. Введение в биологию. Москва, Мир, 1988.
3. Биологический энциклопедический словарь. Москва, Советская энциклопедия, 1989.



## 1. Cilvēks un primāti.

*Homo sapiens* – viens no zīdītāju klases pārstāvjiem, pieder pie primātu kārtas, pie kuriem pieskaita arī cilvēkveidīgos pērtiķus: gibbonus, orangutānus, gorillas un šimpanzes. Starp pašlaik dzīvojošajiem primātiem ir pārstāvētas šīs grupas dzīvnieku evolūcijas dažādas stadijas – sākot no dzīvniekiem, kas līdzīgi primitīvajiem krīta perioda (136 – 66 miljoni gadu atpakaļ) zīdītājiem līdz pat lielajiem cilvēkveidīgajiem pērtiķiem un cilvēkiem.

Pašas raksturīgākās primātu adaptīvās (piemērošanās) pazīmes ir saistītas ar ļoti augstu dažu nervu sistēmas daļu attīstību, īpaši to galvas smadzeņu centru attīstību, no kuriem ir atkarīga saprātīga izturēšanās un muskuļu spēja veikt ātras un precīzas darbības. Tāds nervu sistēmas attīstības virziens ir cieši saistīts ar primātu senču un daudzu to tagadējo sugu dzīvi mežu kokos. Dzīvei kokos ir nepieciešama veiklība un labi attīstīti maņu orgāni. Dzīvniekiem, kam jālec no zara uz zaru it īpaši ir nepieciešama laba redze. Vairumam primātu abas acis raugās uz priekšu un tāpēc redz vienu un to pašu, un diviem vienādiem attēliem kļūstoties vienam pāri otram, veidojas stereoskopiska (tilpuma) aina.

Primātu evolūcijas procesā to galvaskausa sejas lejas daļa kļuva aizvien īsāka. Šim izmaiņām acīmredzot ir adaptīvs raksturs, jo pie tām nekas vairs netraucē uz priekšu vērstajām acīm lūkoties uz apkārtējo pasauli. Purna saīsināšanos pavadīja arī žokļu saīsināšanās un zobu skaita samazināšanās.

Primātiem visiem 4 locekļiem ir pa 5 pirkstiem, pie kam parasti viens pirksts vismaz kaut kādā veidā ir pretstatīts pārējiem četriem. Pateicoties tam dzīvnieks var satvert un noturēt koka zaru vai barību. Pirkstu gali beidzas ar jūtīgiem spilventiņiem un bieži ir apgādāti ar plātņveida nevis izliektiem nagiem kā tas ir novērojams pie citu zīdītāju pirkstiem. Agrās primātu evolūcijas stadijās kāds to sencis – puspērtiķis, kas pēc izskata atgādina peli pārgāja uz dzīvi kokos. Šī puspērtiķa tagad vēl dzīvojošie radnieki – tupaji – arī ir ļoti līdzīgi žurkām vai pelēm. Augstākajiem primātiem par sazināšanās līdzekli kalpo mīmika. Tas runā par pāreju uz redzi kā dominējošo maņu orgānu, vairumam pārejo zīdītāju informācijas apmaiņai kalpo oža.

Augstākie primāti (tai skaitā cilvēkveidīgie pērtiķi un cilvēki) tāpat ir raksturojami ar to, ka tiem piemīt stereoskopiska krāsu redze, apaļš galvaskaus un relatīvi lielas un labi attīstītas galvas smadzenes un pateicoties tām tie var apgūt sarežģītas izturēšanās formas. Neraugoties uz to, ka vairums pērtiķu pārvietojoties izmanto visus četrus locekļus, viņi var arī ilgstoši sēdēt iztaisnojušies. Bez tam daži kokos dzīvojošie pērtiķi, ne mazums laika pavada vertikālā stāvoklī, kad viņi pārvieto savu ķermeni no zara uz zaru, ieķeroties tajos ar priekšējiem locekļiem (rokām) – tādu pārvietošanās veidu sauc par brahiāciju. Staigāšanai stāvus bija milzīga nozīme antropoīdu evolūcijā, jo tā atbrīvoja priekšējos locekļus. Tas atļāva izmantot tos manipulējot ar barību, gādājot par pēcnācējiem un izpildot dažas citas funkcijas.

Mūsdienās ir pazīstamas tikai četras cilvēkveidīgo pērtiķu ģintis: gibboni, orangutāni, šimpanzes un gorillas. Visas tās dzīvo Vecajā Pasaulē (orangutāni Āzijā, pārējās trīs Āfrikā) un pēc savas uzbūves un izturēšanās tās ieņem starpstāvokli starp pārējiem pērtiķiem un hominīdiem (cilvēku dzimtas pārstāvjiem). Cilvēkveidīgajiem pērtiķiem smadzenes ir relatīvi lielākas nekā pārējiem pērtiķiem, bez tam tiem nav astes un tiem ir ērtāk sēdēt iztaisnojot muguru. Cilvēkveidīgajiem pērtiķiem tāpat kā hominīdiem ir plats krūšu kurvis, bet abas šo primātu grupas atšķiras ar to, ka pērtiķiem priekšējie locekļi un mugurkauls ir piemēroti brahiācijai, arī apakšējie locekļi (kājas) ir specializēti, bet ilknī un priekšzobi ir lielāki un spēcīgāki nekā hominīdiem. Gorillas un

šimpanzes pavada daudz laika uz zemes. Pārvietojoties tie atbalstās uz pakājkājām un priekšējo locekļu (roku) pirkstu kauliņiem. Tas dod iespēju izmantot pašus pirkstus, lai pārnestu tādus priekšmetus kā barība vai akmeņi.

Dažu pēdējo gadu desmitu laikā bioķīmiķi ir izstrādājuši metodes, lai noteiktu organismu evolucionāro radniecību, izmantojot to hromosomu un olbaltumvielu salīdzināšanu. Olbaltumvielas sintezējas saskaņā ar "instrukcijām", kas ir ieslēgtas ģēnos (DNS), jo vairāk līdzības ir starp divu sugu pārstāvju olbaltumvielām, jo tuvākas ir to ģenētiskās kartes un jo tuvāka ir radniecība starp šīm sugām. Cilvēka un šimpanzes olbaltumvielas sakrīt par 99%. šie dati, kā arī līdzība ķermeņa uzbūvē un uzvedībā ļauj uzskatīt šimpanzes par mūsu vistuvākajiem radniekiem no visiem pašreiz dzīvojošajiem organismiem. Biologi neuzskata, ka cilvēks ir cēlies tieši no šimpanzes, pēc viņu domām abas sugas ir cēlušās no kāda kopīga pērtiķveidīga senča, kas ir dzīvojis vairākus miljonus gadu atpakaļ un tos, iespējams, vienu no otra atdala vairākas izmirusas sugas. Senču līnija, kas savieno ar gorillām, iespējams, atdalījās no hominīdu – šimpanzes līnijas nedaudz agrāk, un vēl agrāk radās zars, kas noveda pie orangutāniem.

## 2. Primātu evolūcija – vispārīgs apskats.

Ir ļoti maz tādu pērtiķības virzienu – un viens no tiem ir cilvēka senču meklēšana pēc izrakumos atrodamām atliekām, kas būtu radījuši tik daudz strīdu un ienesuši tādu sajukumu. Daudzi atradumi sastāv vienīgi no dažiem zobiem (tie pateicoties savai cietībai labāk saglabājas) un žokļa kaula drumslām vai kāda kājas kaula un dažām galvaskausa atliekām. Pēc tādām paliekām zinātnieki var taisīt slēdzienus par barošanās raksturu, par galvas smadzeņu apjomu un ķermeņa stāvokli. Viegli stādīties priekšā, ka tas nepavisam nav vienkārši un patiesām, zinātniekiem bieži vien ir dažādi uzskati, kā vajag interpretēt to vai citu pazīmi. Nesen (70-to gadu vidū) antropologi atrada virkni ļoti nozīmīgu izrakumu atlieku un no jauna izanalizēja visus esošos datus. Tas ļāva daļēji novērst neskaidrības, bet virkne būtisku atklātu jautājumu tomēr palika.

Par cik mūsu tuvākie tagad dzīvojoši radnieki ir Āfrikas cilvēkveidīgie pērtiķi, tad šo pērtiķu un cilvēka hipotētiskā kopīgā senča meklējumi galvenokārt tika veikti Āfrikā. Miocēna laikmetā (25 – 13 miljoni gadu atpakaļ) daudzi mežu apgabali pārvērtās par atklātām stepēm. Acīmredzot šajā periodā kaut kādas pērtiķveidīgas primātu formas iznāca no mežiem, vienam iespējamam hominīdu sencim, kas atrasts Āfrikas un Āzijas miocēna nogulās ir atklāta tendence staigāt uz divām kājām.

Pēc antropologu domām hominīdi atdalījās (divergēja) no cilvēkveidīgajiem pērtiķiem starp 10 līdz 4 miljoniem gadu atpakaļ, bet mums nav gandrīz nekādu izrakumu palieku par hominīdu senčiem, kas attiektos uz šo periodu. Pirmās neapšaubāmās hominīdu atliekas, kuru vecums ir 4 – 3.5 miljoni gadu ir atrastas Etiopijā un tās klasificē pie *Australopithecus* ("dienvīdu pērtiķa") ģints. Gandrīz pilnīgs australopiteka skelets, nosaukts par Lūsiju, pieder pieaugušai sievietei, kura dzīvojusi apmēram 3.5 miljonus gadu atpakaļ. Dzīvojot tā ir staigājusi iztaisnojoties, uz divām kājām, tās augums sasniedza 1m bet tās pašas sugas vīrieši bija augumā lielāki. Jautājums par to, vai Lūsijas dzīves veids bija pilnīgi saistīts ar zemi, vai arī tā ievērojama laika daļu pavadīja kokos, izsauc domstarpības. Australopiteku zobi bija ļoti līdzīgi mūsdienu cilvēku zobiem (nelieli priekšzobi un ilkņi), bet lielie masīvie žokļi un galvas smadzenes, kas bija nedaudz lielākas kā tagad dzīvojošajiem cilvēkveidīgajiem pērtiķiem, tuvina to cilvēkveida

pērtiķiem. Iespējams, ka šie homonīdi vāca kritušos dzīvniekus (maitas) un medija.

Vēlākie australopiteki, neapšaubāmi staigāja taisni un dzīvoja uz zemes, tādēļ to rokas bija brīvas un tie varēja ķert dzīvniekus, mest akmeņus un veikt citas darbības. Dzīvnieku kaulu paliekas, kuras atrod kopā ar australopiteku paliekām izrakumos, attiecas uz periodu ap 2.5 miljoni gadu atpakaļ, un tās liecina par to, ka gaļa bija kļuvusi par australopiteku uztura pastāvīgu sastāvdaļu. Šie hominīdi lietoja arī primitīvus akmens ieročus. Var tikai izteikt hipotēzes, ka tās priekšrocības, kuras radīja kooperācija (sadarbība) medību laikā un grupveida aizsardzības laikā, varēja izsaukt izlasi, kas noveda pie valodas kā sazināšanās līdzekļa attīstības.

*Homo erectus* – taisni staigājošais cilvēks – tā ir hominīdu suga, no kuras, kā uzskata, ir cēlies mūsdienu cilvēks, parādījās apmēram 1.5 miljonus gadu atpakaļ. Tā žokļi, zobi un uzaču loki vēl joprojām palika masīvi, bet galvas smadzeņu tilpums dažiem indivīdiem tuvojās mūsdienu cilvēka parametriem (attiecīgi ~ 970 cm<sup>3</sup> un ~1400 cm<sup>3</sup>). Daži *Homo erectus* kauli ir atrasti alās. Tas ļauj pieņemt, ka viņam ir bijis vairāk vai mazāk pastāvīgs mitekklis. Bez dzīvnieku kauliem un diezgan labi izstrādātiem akmens rīkiem, dažās alās ir atrastas koka ogļu un apdegušu kaulu kaudzes, acīmredzot, šai laikā australopiteki jau iemācījās iegūt uguni. Iespējams, ka šis paradums (iemaņa) radās dabiskās uguns izmantošanas rezultātā, lai sasildītos vai gatavotu ēdienu, kā arī lai saskaldītu akmeņus.

Šī hominīdu evolūcijas stadija atrodas korelācijā (kopsakarībā) ar citu aukstāka klimata Zemes lodes apgabalu apdzīvošanu ar iznācējiem ("emigrantiem") no Āfrikas. Nebija iespējams izturēt aukstās ziemas neizstrādājot sarežģītus izturēšanās tipus vai tehniskās iemaņas. Acīmredzot, *Homo erectus* pirmcivēka galvas smadzenes bija spējīgas atrisināt šo problēmu: nepieciešamību izdzīvot ziemas salā, kā arī atrast sociālos un tehniskos risinājumus (uguns, apģērbs, pārtikas krājumi un kopdzīve alās).

Izlases spiediens, kas noteica pašas izcilākās cilvēka īpatnības – lielo galvas smadzeņu, evolūciju, vēl joprojām ir neskaids un plaši tiek apspriests. Šo diskusiju apgrūtina tas, ka zinātnieki tā arī nav nonākuši pie vienota uzskata jautājumā par to, kāda tad ir sakarība starp smadzeņu lielumu un roku delnu attīstību no vienas puses un saprātīgu izturēšanos otras puses. Mēs līdz šim vēl joprojām nepietiekami labi esam izpētījuši savas pašu smadzenes, nemaz nerunājot par tālā pagātnē dzīvojušo seno hominīdu smadzenēm, un tāpēc mēs varam tikai izteikt minējumus par to, kad un pie kāda izlases spiediena notika tās vai citas izmaiņas.

Neandertālieši, kuru galvas smadzenēm bija tas pats apjoms kā mūsdienu cilvēka smadzenēm, bet galvaskauss joprojām palika smags un masīvs, arī dažreiz tiek pieskaitīti pie *Homo sapiens* (cilvēks saprātīgais) sugas. Neandertālieši parādījās apmēram pirms 100`000 gadiem. Pilnīgi mūsdienīgā *Homo sapiens* atliekas tika atrastas 40`000 gadu vecās nogulās un ilgu laiku tika pieņemts, ka neoantropu (mūsdienu tipa cilvēku) vecums nepārsniedz šos datus (skat. nākošo lekciju).

### 3. Organiskās pasaules iedalījums (klasifikācija) un primātu vieta tajā.

Aplūkosim, piemēram, šimpanzes vietu organiskajā pasaulē:

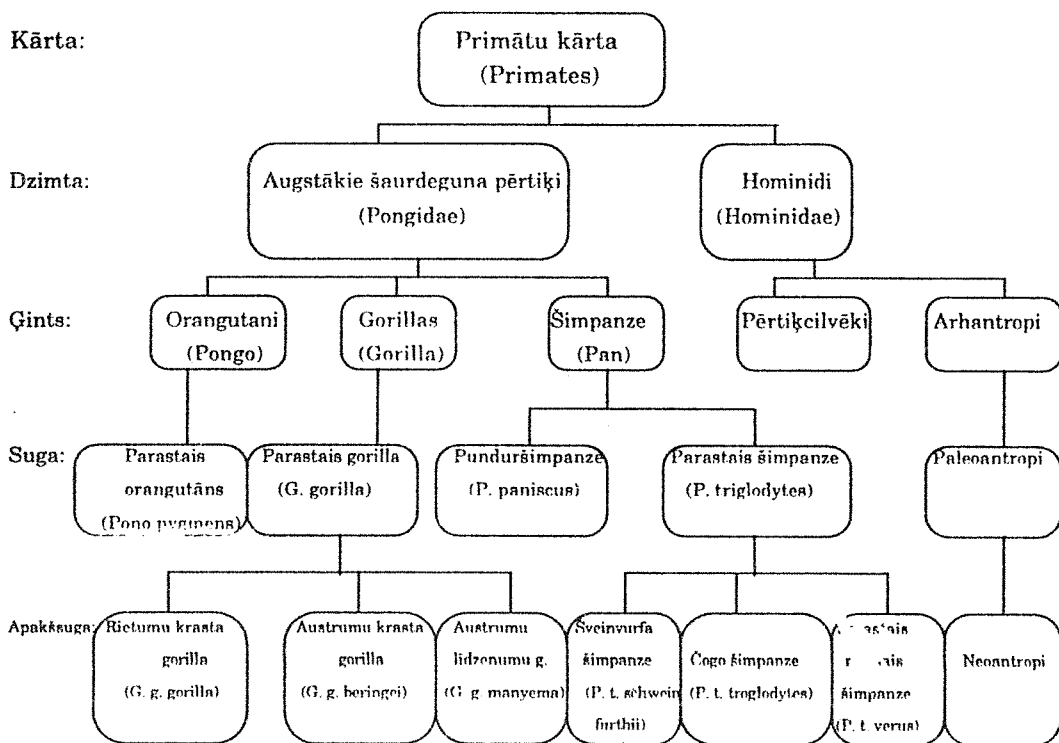
0. Organiskā pasaule.

1. Impērijas (*superregnum* – царство) ir tikai divas: prokarioti un eikarioti. Šimpanze pieder eikariotiem.
2. Valsts (*regnum* – царство). Eikarotu "impērijā" tādas ir trīs: dzīvnieku, sēņu un augu valsts. Šimpanze pieder pie dzīvniekiem.
3. Vasaļvalsts (подцарство). Dzīvnieku valstī tādas ir divas: pirmdzīvnieki (*protozoa*) un augstākie (daudzšūnu – *metazoa*). Šimpanze pieder pie daudzšūnu vasaļvalsts.

Tālāko sistemātiku aplūkosim tikai šimpanzes ranga iekšienē.

4. Tips (augiem – nodaļa) – hordainie.
5. Apakštips – mugurkaulnieki.
6. Klase – zīdītāji.
7. Virskārta – placentārie.
8. Kārta (отряд) – primāti.
9. Apakškārta (подотряд) – cilvēkveidīgie primāti.
10. Dzimta (семейство) – pongīdi.
11. Apakšdzimta (подсемейство) – netiek izdalīta.
12. Celms (колено, latīņu val. – tribus) – netiek izdalīta.
13. Ģints (род) – šimpanzes (pārējās 2 ģintis ir orangutāni un gorillas).
14. Šuga (вид) – divas sugas – parastais šimpanze un punduršimpanze (bonobo).
15. Apakššuga (подвид) – parastais šimpanze dalās vēl 3 apakšsugās.

Šī klasifikācija dota pēc "Биологический энциклопедический словарь. Москва, Советская энциклопедия, 1989." datiem. Detaļās klasifikācijas shēmas un tabulas dažādu autoru darbos atšķiras, bet pamatvilcienos sakrīt.



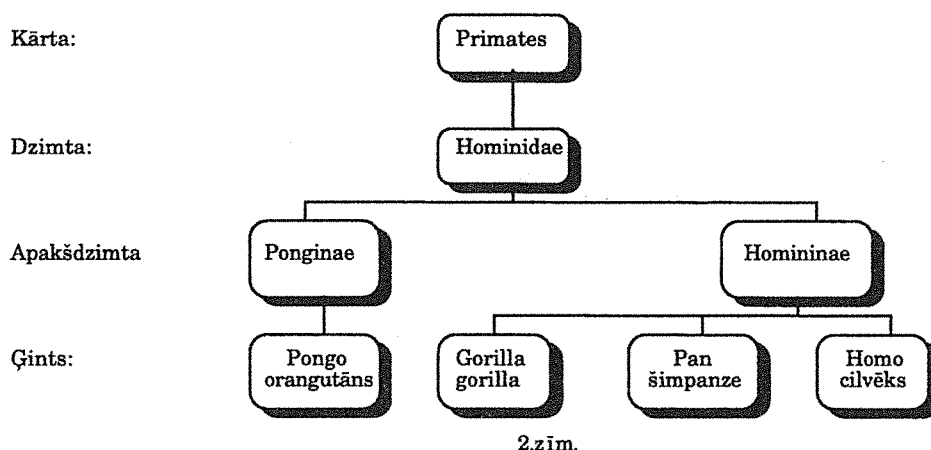
I.zīm.

#### 4. Cilvēkveidīgo pērtiķu un cilvēka bioloģiskās klasifikācijas problēma.

Tradicionāli zoologi apvienoja lielos cilvēkveidīgos pērtiķus – orangutanu, gorillu un šimpanzi – vienā pongīdu (*Pongidae*) dzimtā, bet izrakumos atrodamos “pērtiķcilvēkus” (australopitekus) kopā ar senajiem cilvēkiem (arhantropiem un paleoantropiem) un mūsdienu cilvēku (neoantropu) novietoja otrā dzimtā – hominīdos (*Hominidae*), kuras abas pieder vienai primātu kārtai (*Primates*) (skat. 1.zīm).

Bet, pamatojoties uz rūpīgiem ķermeņa un dzīves veida pētījumiem, kā arī molekulārās bioloģijas jaunākajiem sasniegumiem, vairums speciālistu tagad nāk pie slēdziena, ka cilvēkveidīgie pērtiķi un cilvēks pieder vienai dzimtai – hominīdiem (*Hominidae*), kuras sastāvā ietilpst divas apakšdzimtas: *Ponginae*, pie kuras pieder orangutāns un *Homininae*, kas apvieno gorillu, šimpanzi un cilvēku (skat. 2.zīm.).

Jaunākā cilvēkveidīgo pērtiķu un cilvēka bioloģiskā klasifikācija:



Tātad saskaņā ar visjaunākajiem bioloģijas datiem, cilvēks bioloģiskajā klasifikācijas shēmā tiek novietots vēl tuvāk cilvēkveidīgajiem pērtiķiem nekā agrāk: tam tagad ir parādīts “gods” atrasties vienā apakšdzimtā kopā ar šimpanzi un gorillu!

#### 5. Molekulārā bioloģija par cilvēkveidīgajiem pērtiķiem un cilvēku.

Molekulārās bioloģijas un arī citi pētījumi liecina par apbrīnojami tuvu radniecību starp cilvēku un cilvēkveidīgajiem pērtiķiem, īpaši ar Āfrikas šimpanzi un gorillu.

Piemēram, pētījumi ar DNS spirālēm. Zinātnieki ir iemācījušies savietot atkal kopā divas, vienu no otras atdalītas DNS dubultspirāļu ķēdes, pie kam katra no atsevišķajām ķēdēm ņemta no dzīvniekiem, kas pieder dažādām sugām. Samaisot tādas atsevišķas DNS ķēdes, tās atkal savienojas veidojot hibrīda DNS dubultspirāli, pie kam ar ķīmiskajām saitēm savienoties var tikai viens otram atbilstoši divu DNS ķēžu iecirkņi, piemēram, kā rāvējslēdzēja zobi. Pēc tam ar sasildīšanas palīdzību, kas pārrauj ķīmiskās saites un atdala spirāles, var noteikt katras hibrīda DNS dubultspirāles siltuma izturību. Acīmredzot, jo vairāk nepieciešams siltuma hibrīda DNS dubultspirāļu ķēžu sadalīšanai, jo vairāk tajā ir viens otram atbilstošo iecirkņu un tātad radniecīgākas ir to dzīvnieku

sugas, no kuriem tika ņemtas atsevišķo DNS ķēdes. Šādos pētījumos noskaidrots, ka cilvēka un šimpanzes DNS sakrīt par 99%.

Proteīnu – vienkāršo olbaltumvielu, kas sastāv tikai no aminoskābju atlikumiem, pētījumi dod līdzīgus rezultātus. Šajos pētījumos procentu daļās salīdzina atšķirības aminoskābēs, kas veido proteīnus dažādu dzīvnieku organismos. Aminoskābju virknē, kas veido sarkano asinsķermenīšu proteīnu – hemoglobīnu, cilvēkam un šimpanzei vispār nav atšķirību. Cilvēka un gorillas hemoglobīnā ir tikai divas atšķirības, bet atšķirību skaits cilvēka un visu citu dzīvnieku hemoglobīnu aminoskābju virknēs ir lielāks par divām. Pētot primātu imunoloģiskās reakcijas uz antiķermeņiem, kas veidojas trušu organismos kā atbilde uz olbaltumvielām no cilvēka asinīm, šie rezultāti tika apstiprināti.

Saskaņā ar visiem šiem molekulārās bioloģijas pētījumiem, cilvēks šimpanze un gorilla ir daudz ciešāk saistīti viens ar otru nekā ar orangutānu, kurš iznāk mūsu nākošais tuvākais radnieks. Daži eksperimentu dati liecina arī par to, ka cilvēks stāv tuvāk šimpanzei nekā gorillai.

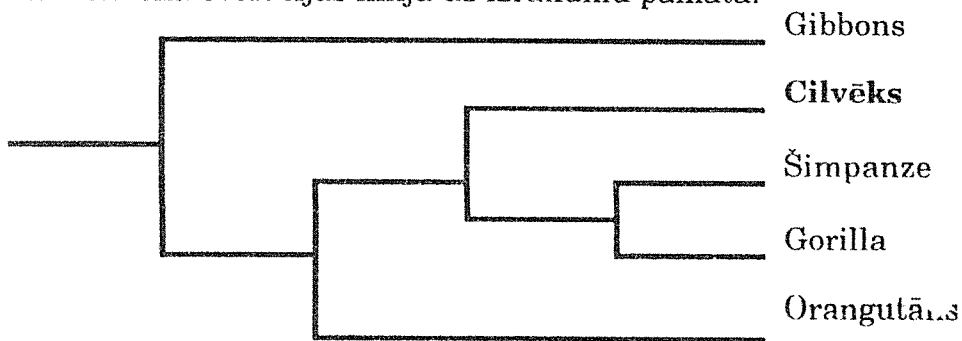
Tāpat radniecības virkne varētu būt šāda: cilvēks – šimpanze – gorilla – orangutāns – gibbons – ... zemākie pērtiķi.

Tradicionāli, pamatojoties uz visai trūcīgiem izrakumu datiem, tika pieņemts, ka cilvēka un cilvēkveidīgo pērtiķu evolūcijas līniju atdalīšanās notikusi, apmēram, 20 miljonus gadu atpakaļ. Bioķīmiķi savukārt vadās no tā saucamā “molekulārā pulksteņa”, kura gaitu raksturo ar tām gadījuma mutācijām, kas izmaina proteīnu ķīmisko sastāvu un kuras uzkrājas ar nemainīgu ātrumu. Bioloģi uzskata, ka viņi var aprēķināt laiku, kad sadalījās primātu galvenās evolūcijas līnijas, ja izmēra atšķirības pakāpi molekulārās struktūrās, piemēram, proteīniem jeb imunoloģiskajās reakcijās, pie dzīvnieku līnijām, kurām ir jau droši zināms kopīgais sencis.

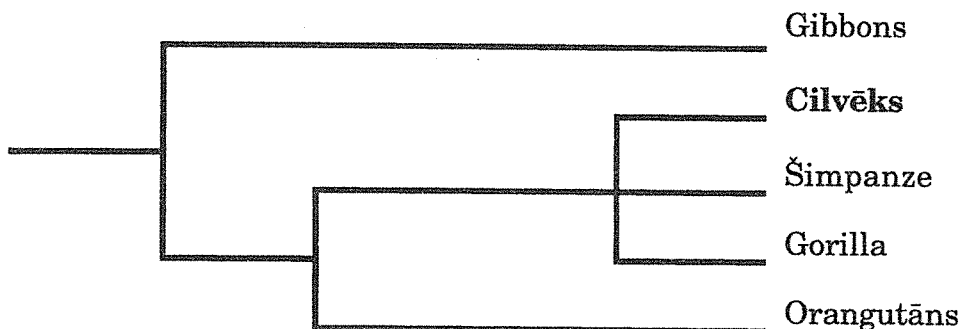
Saskaņā ar šo “molekulārā pulksteņa” teoriju lielie cilvēkveidīgie pērtiķi un gibboni atdalījās 20 miljonus gadu atpakaļ, bet cilvēka, šimpanzes un gorillas kopīgais sencis ir dzīvojis tikai 6 miljonus vai maksimālais 8 miljonus gadu atpakaļ.

Šīs teorijas pretinieki pierādīja, ka “molekulārā pulksteņa” teoriju nav iespējams pārbaudīt, bet tās piekritēji apgalvo, ka rezultāti, kas iegūti ar “molekulārā pulksteņa” palīdzību atbilst tiem aizvēstures datiem, kurus varētu pārbaudīt ar citu līdzekļu palīdzību. Izrakumos atrastās atliekas ir apstiprinājušas mūsu neseno senču eksistenci starp izrakteņos sastopamajiem cilvēkveidīgajiem pērtiķiem, bet diskusija turpinās.

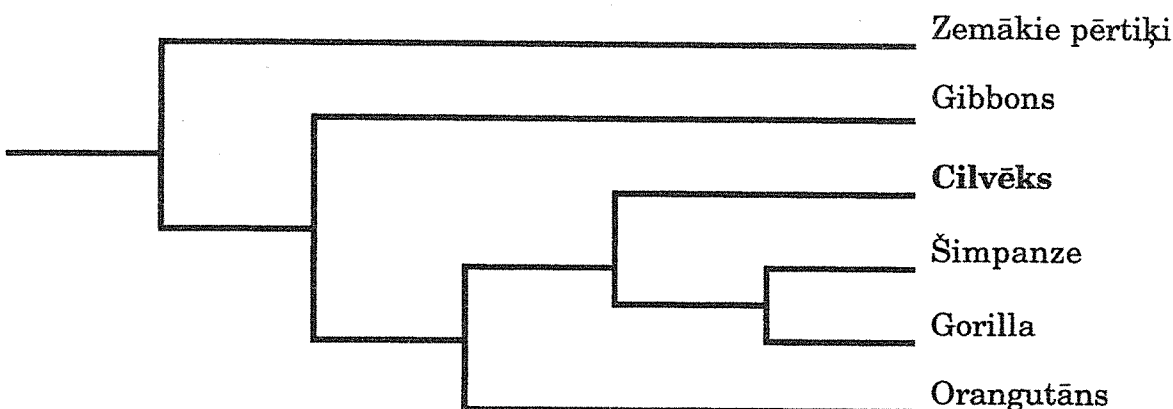
A – cilvēka evolūcijas līnija uz izrakumu pamata.



B – cilvēka evolūcija pēc “molekulārā pulksteņa” pētījumiem.



C – Cilvēka evolūcija pēc DNS pētījumiem.



## 6. Cilvēka celms (triba) un australopiteki.

Smadzeņu apjoma palielināšanās, zobu izmaiņas, gurnu un apakšējo locekļu piemērošanās staigāšanai – tādas ir pazīmes, kas atšķir cilvēku celmu (**tribu** – klasifikācijas rangs starp apakšdzimtu un ģinti) *Hominini* no citām primātu grupām. Šajā celmā ietilpst vismaz divas ģintis – izmirusī *Australopithecus* – australopiteki (“dienvidu pērtiķi”) un *Homo* (“cilvēki”).

Australopiteki jeb tā saucamie pērtiķcilvēki parādījās Āfrikā 2 miljoni gadu atpakaļ vai pat agrāk. Viņi, acīmredzot, ir cēlušies no driopitekiem, cilvēkveidīgo pērtiķu senčiem, kuri ir sen izmiruši un vēl ir jāpēta. Pavisam radās 3 vai 4 australopiteku sugas (šeit speciālistu domas dalās). Ap 2 miljoni gadu atpakaļ no vienas no tām, iespējams, cēlusies pirmā suga, kas pieder mūsu ģintij *Homo* – tā, iespējams, bija *Homo habilis* (“prasmīgais cilvēks”). Abas ģintis (*Australopithecus* un *Homo*) eksistēja viena otrai līdzās līdz izmira pēdējie australopiteki, kurus, iespējams, iznīcināja to daudz spējīgākie mantinieki.

Ļoti iespējams, ka australopiteku ķermeņi kļuva mati (apspalvojums), ka daži no tiem bija ar trauslu ķermeņa uzbūvi un bija ne lielāki par šimpanzi (1.5 m), bet citiem bija muskuļots ķermenis un tie pēc izmēriem tuvojās mūsdienu cilvēkam. Smadzeņu un ķermeņa apjomu attiecība australopitekiem bija tikai nedaudz lielāka nekā cilvēkveidīgajiem pērtiķiem, bet to pērtiķveidīgā galva bija ar ieliektu sejas daļu, plakānu degunu un ierautu apakšžokli, žokli un dzerokli bija lieli un spēcīgi. Bet atšķirībā no cilvēkveidīgajiem pērtiķiem, australopiteku kājas bija garākas par to rokām un tās kalpoja, pirmkārt, lai staigātu taisni.

Australopiteki, acīmredzot, bija pieraduši izmantot rokas, lai pārvietotu priekšmetus un akmens rīkus, ar kuriem varētu griezt gaļu, kaut arī to zobi bija piemēroti graudu un lapu sakošļāšanai. Vācot augļus, pārtiekot no plēsoņu atstātajām paliekām un, iespējams, dažreiz pat tos medījot, nelielas australopiteku grupas dzīvoja Austrumu un Dienvidu Āfrikas tropiskajās ganībās (dažas nonāca Āzijā, Eiropā).

## 7. Australopiteku sugas.

Sekojošā australopiteku iedalījumam četrās sugās, īsumā aplūkosim tās sīkāk:

a) Afaras australopiteks (*Australopithecus afarensis* – “dienvidu pērtiķis no Afaras”) – pirmais mums pazīstamais “pērtiķcilvēks”, iespējams, ir cēlies no kāda vēlā driopiteka ap 4 miljoni gadu atpakaļ. Viņš ieguva savu nosaukumu pateicoties atradumiem tā saucamajā Ziemeļu Afāras trijstūrī Etiopijā, bet Afaras australopiteka izrakteņu atliekas atrastas arī Omo upes ielejā (Etiopijā) un pie Laetoli (Tanzānijā), kur atklāti vissenākie cilvēku pēdu nospiedumi. Tas bija pats mazākais no visiem australopitekiem. Tam, visticamāk, bija tumša āda un ķermeni klāja apspalvojums (mati). Tā augums bija 1 – 1.3 m, bet svars ap 30 kg, smadzeņu apjoms 410 cm<sup>3</sup> (mūsdienu cilvēkam ap 1400 cm<sup>3</sup>). Vispazīstamākais Afaras australopiteka izraktenis – “Lūsijas” nepilnais skelets, ko amerikāņu arheologi 1974. gadā atklāja Etiopijā, ir ap 3 miljoni gadu vecs un ir vissenākais no mums zināmajiem hominīdu skeletiem.

Afāras australopiteks staigāja uz viegli saliektām kājām, tā gurni ir nedaudz līdzīgi šimpanzes gurniem, bet roku un kāju pirkstu izliektie kauli liecina par to, ka tas daudz laika pavadīja kokos, un, iespējams, gulēja augstu zaros ārpus plēsoņu sasniedzamības robežas. Uzskata, ka šo australopiteku grupas nodarbojās ar augu valsts barības vākšanu, bet daži, iespējams, jau izgatavoja primitīvus rīkus plēsoņu atstāto dzīvnieku gaļas apstrādei. Gandrīz nav šaubu par to, ka, pirms izmira Afāras australopiteki (apmēram pirms 2.5 miljoniem gadu), no viņiem tieši vai netieši ir cēlušies citi australopitekveidīgie un mūsu *Homo* ģints.

b) Āfrikas australopiteks (*Australopithecus africanus*) ir dzīvojis periodā 3 – 1 miljoni gadu atpakaļ. Tā apzīmēšanai ir lietots arī tagad par novecojušu uzskatītais nosaukums pleziantrops (grieķu val. “plēsios” – tuvs, “cilvēkam tuvs”). Viņš, iespējams, ir cēlies no Afāras australopiteka un daži autori izsaka pieņēmumu, ka viņš ir šimpanzes priekštecis. Arī viņa augums bija neliels (1 – 1.3 m) un svars 30 – 40 kg. Āfrikas australopiteka smadzenes bija ne lielākas kā gorillai (600 cm<sup>3</sup>), bet tās tomēr nedaudz atšķīrās no cilvēkveidīgo pērtiķu smadzenēm. Pēc smadzeņu un ķermeņa apjoma attiecības Āfrikas australopiteks iepem vidēju stāvokli starp mūsdienu cilvēkveidīgajiem pērtiķiem un cilvēkiem.

Zinātnieku domas dalās jautājumā par to, kāds bijis Āfrikas australopiteka dzīves veids. Tā zobu un žokļu uzbūve ļauj spriest, ka šis pērtiķcilvēks sakošļāja augu barību, bet, iespējams, izmantoja arī plēsoņu nokosto dzīvnieku gaļu. Speciālisti apšaubā viņa spējas izgatavot darba rīkus, jo lielākā daļa kaula “darba rīku”, kas tika atrasti blakus Āfrikas australopiteka atliekām, vēlāk izrādījās vienkārši hiēnu un citu plēsoņu mielastu atliekas.

Lielākā daļa Āfrikas australopiteka atlieku atrasti izrakumos Dienvidāfrikā (šterkfonteinās alā), citi atradumi liecina par to, ka viņš dzīvojis arī Etiopijā, Kenijā un Tanzānijā.

c) Varenais jeb robustais australopiteks (*Australopithecus robustus*), kuru kādu laiku dēvēja arī par parantropu (grieķu val. “para” – ap, pie, gar



– “apmēram cilvēks”) bija lielāks un fiziski labāk attīstīts nekā Āfrikas australopiteks, tā augums sasniedza 1.5 – 1.7 m, bet svars ap 50 kg, smadzeņu apjoms ap 550 cm<sup>3</sup>. Daži pētnieki pat uzskata, ka varenais un Āfrikas australopiteks ir vienas un tās pašas sugas tēviņš un mātīte, bet vairums speciālistu neatbalsta šo hipotēzi.

Varenā australopiteka masīvā galvaskausa, žokļu, ļoti lielo dzerokļu fragmenti ir atrasti alās Dienvidāfrikā (Kromdraajā un Svartkransā), kur tos, iespējams, ievilkusi plēsīgie zvēri. Pēc visa spriežot varenais australopiteks parādījies ap 2.5 miljoni gadu, bet izmiris ap 1.5 miljoni gadu atpakaļ.

No varenā australopiteka, iespējams, ir cēlies tā sauktais Boisa australopiteks, bet tā galvaskausa uzbūve ļauj izteikt pieņēmumu, ka viņš ir arī gorillas priekštecis. Par viņa dzīves veidu var spriest pēc tā zobu paliekām: spriežot pēc masīvajiem dzerokļiem un mazajiem priekšzobiem varenais australopiteks ir bijis zālēdājs.

d) Boisa australopiteks – vislielākais un visspēcīgākais no visiem australopitekiem, savu nosaukumu ieguvis par godu angļu biznesmenim Čarlzam Boisam, kurš palīdzēja finansēt paleontoloģiskās ekspedīcijas Austrumāfrikā. Šo ekspedīciju rezultātā 1959. gadā Olduvajas aizā (Tanzānija) tika atrasts galvaskauss, kas bija līdzīgs tādiem pat Dienvidāfrikā atrasto australopiteku galvaskausiem. L.Likijs izdalīja šo atradumu kā atsevišķu sugu – zindžantropu (arābu val. “zindž” – sens Austrumāfrikas nosaukums) – *Zinjanthropus boisei*, ko vēlāk pārdēvēja par *Australopithecus boisei*. Boisa australopiteks ir dzīvojis periodā 2.5 – 1 miljoni gadu atpakaļ, tā augums 1.6 – 1.78 m, svars 60 – 80 kg, smadzeņu apjoms 500 cm<sup>3</sup>.

Daži paleoantropologi uzskata, ka Boisa australopiteks nav uzskatāms par pastāvīgu sugu, bet ka tas pārstāv tikai varenā (robustā) australopiteka vietējo variāciju (apakšsugu), bet viņam piemīt arī virkne atšķirīgu pazīmju. Pētot Boisa australopiteka izrakteņu galvaskausu un locekļu kaulu paliekas ir konstatēts, ka tas staigāja taisni un ar savu spēcīgo ķermeņa uzbūvi viņš atgādina gorillu. Tam ir raksturīgi samērā mazi priekšzobi, kas domāti barības nokošanai, bet lielo dzerokļu dēļ šis pērtiķcilvēks (vai arī dzīvnieks?) ir ieguvis iesauku “riekstkodis”. Bet zobu biomehāniskie pētījumi liecina, ka Boisa australopiteka dzerokļi nav spējīgi izdarīt stipru spiedienu uz barību un bija piemēroti tikai ne visai cieta materiāla, piemēram, augu lapu sakošļāšanai. Par cik kopā ar Boisa australopiteka kaulu paliekām, kuru vecums ir ap 1.8 miljoni gadu ir atrasti arī apdauzīti oļi, var izdarīt pieņēmumu, ka šīs sugas pārstāvji kļuva par upuri kāda cita sava laikabiedra – “prasmīgā cilvēka” (*Homo habilis*) rīcībai, kuram bija jau ievērojami panākumi akmens rīku lietošanā.

Tātad šeit apskatītās “pērtiķcilvēku” – australopiteku sugas jau nes cilvēcīgas darbības pazīmes, bet vairums īpatnību liek tās ierindot pie dzīvniekiem.

## 8. “Prasmīgais cilvēks” – pārejas forma uz arhantropiem.

*Homo habilis* – “prasmīgais cilvēks” – pēc zinātnieku uzskatiem ir pirmais zināmais mūsu ģints *Homo* sugas pārstāvis. Tam bija salīdzinoši lielāks smadzeņu tilpums nekā australopitekiem – 700 cm<sup>3</sup>. Tā galvaskauss bija lielāks, bet seja mazāka un mazāk izvīrīta uz priekšu. Dzerokļi tam bija salīdzinoši mazāki, bet priekšzobi lielāki. Tā zobu virknes izliekumam bija vairāk mūsdienīga forma – tā bija izliekta burta “U” veidā (australopitekiem tā vairāk līdzinājās burtam “V”). Salīdzinot ar kājām, rokas bija īsākas, un gurnu kaulu forma ļāva gan

staigāt stāvus uz divām kājām, gan dzemdēt bērnus ar lielām galvām (kā cilvēkam).

*Homo habilis* augums bija 1.2 – 1.5 m, svars ap 50 kg, tā sejai bija vēl arhaiska forma ar izteiktu uzaču valni, plakanu degunu un uz priekšu izvirzītiem žokļiem. Bet “prasmīgā cilvēka” galvai jau bija apaļāka forma nekā australopitekiem, tā smadzenes arī bija lielākas, kaut arī sasniedza tikai apmēram pusi no mūsdienu cilvēka smadzeņu lieluma. *Homo habilis* plāno sienu galvaskausā ir izliekums, kas norāda, ka viņam t.s. Broka centrs – smadzeņu runas (valodas) centrs, bet tā balsene, iespējams, vēl nebija spējīga izveidot tikpat daudz dažādu skaņu kā mūsdienu cilvēkam. Tā žokļu kauli bija mazāk masīvi un izskatījās jau vairāk mūsdienīgi, kājas jau bija pilnīgi kā mūsdienu cilvēkam, tā roku pirkstiem bija spēcīgs un precīzs tvēriens.

Šī suga dzīvoja ap 2 – 1.5 miljoni gadu atpakaļ, un, iespējams, arī vēl vēlāk. “Prasmīgais cilvēks”, iespējams, cēlies no Afaras vai Āfrikas sugas australopiteka. Dažas arhaiskas *Homo habilis* anatomijas īpatnības liek tos pieskaitīt pie australopitekiem. “Prasmīgais cilvēks” dzīvoja Austrumāfrikā (atradumi Koobi Forā un Olduvajas aizā), iespējams arī Dienvidāfrikā (“*Telanthropus*”) un Dienvidaustrumāzijā (“*Meganthropus*”). Tā materiālās kultūras paliekas ļauj spriest, ka tas nodarbojās ar akmens rīku izgatavošanu, būvēja vienkāršu patvērumu, vāca augu barību un pat medija pats. No *Homo habilis* iespējams cēlies *Homo erectus*, kurš jau uzskatāms par arhantropu pārstāvi.

## **XXII. Neoantropu izcelšanās – vai zinātne seko Bībelei?**

1. Arhantropi – cilvēka evolūcijas pirmā stadija.
2. Paleoantropi – cilvēka evolūcijas vidus posms.
3. Tradicionālie (līdzšinējie) zinātnes uzskati par neoantropiem un to izcelšanos.
4. Neoantropu izcelšanās problēma.
5. Āfrikas pārsteigumi.
6. Tuvo Austrumu neoantropu dati.
7. Molekulārā jeb mitohondriālā Ieva.
8. Āfrika – neoantropu pirmdzimtene.
9. Pirmie dati par molekulāro Ādamu.
10. Neoantropu izcelšanās atklātie jautājumi.

### **Literatūra.**

1. Биологический энциклопедический словарь. М. "Сов. энцикл." 1989.
2. Давид Ламберт. Доисторический человек. Кембриджский путеводитель. Ленинград, "Недра" 1991.
3. Кто же наши предки? "За рубежом", н. 46 (1989) стр. 20-21.

#### **Par mitohondriālo Ievu:**

4. "За рубежом" н. 18 (1988).
5. Л.Вишняцкий. Африка - дважды прародина? "Знание - сила", н. 8 (1989) стр. 19-24.
6. А. О. Рувинский. Была ли Ева? "Природа", н. 6 (1991) стр. 25-29.

#### **Par molekulāro Ādamu:**

7. A.Gibbons. Looking for the Father of Us All. "Science", vol. 251, N° 4992 (25.I 1991) p.378 – 380.
8. А.Дорозински. Адам был пигмеем. "За рубежом", н. 28, (1991) стр. 20-21.

## 1. Arhantropi – cilvēka evolūcijas pirmā stadija.

Arhantropi (grieķu “archaios” – sens) – vispārināts apzīmējums izrakumos atrodamajiem cilvēkiem, kurus uzskata par cilvēka dzimtas – hominīdu pārstāvjiem. Arhantropu kaulu paliekas ir atrastas Āfrikā, Āzijā un Eiropā, to vecumu vērtē robežās starp 1.9 miljoniem līdz 360 tūkstošiem gadu atpakaļ. Visus arhantropus zinātnieki parasti apvieno vienā sugā – *Homo erectus* (taisni staigājošais cilvēks).

Arhantropu anatomisko uzdevi, (galvenokārt pēc ti galvaskausu datiem) raksturo vēl daudz primitīvu pazīmju. Pētnieki uzskata, ka arhantropi nodarbojās ar medībām un ēdamo augu savākšanu. Agrie arhantropi izgatavoja rupjus akmens rīkus (t.s. Šellas kultūra), bet vēlākie – jau pilnīgākus (Ātelas kultūra). Domājams, ka tie sazinājās ar runas palīdzību, kas atradās sākuma stadijā, bet arhantropu sociālā organizācija bija vēl pirmatnējā bara līmenī. Uzskata, ka pie arhantropiem pieder, piemēram, sekojošas hominīdu grupas:

Pitekantropi (grieķu val. “pithēkos” – pērtiķis, “pērtiķcilvēks”), kuru atliekas pirmo reizi Javas salā 1890. – 1892. gadā atklāja holandiešu pētnieks E. Dibuā (1858. – 1940.). Arheoloģiskais pitekantropu vecums ir 1.9 miljoni līdz 650 tūkstoši gadu. To galvaskausi saglabā daudzas pērtiķiem raksturīgas īpašības, pēc smadzeņu tilpuma (900 cm<sup>3</sup>) pitekantropi ievērojami pārsniedz cilvēkveidīgos pērtiķus, bet atpaliek no neoantropiem. Pitekantropu gurnu kauli ir līdzīgi neoantropu gurnu kauliem, kas liecina par to taisno staigāšanu. Pitekantropu atklāšanu izmantoja kā Č. Darvina simiālās hipotēzes (par cilvēka izcelšanos no pērtiķa) pierādījumu.

Sinantropi (no vēlās latīņu “Sina” – Ķīna) – “Ķīnas cilvēks”, tā atliekas pirmo reizi atrastas izrakumos Ķīnā 1927. – 1937. gadā. Pēc ķermeņa uzbūves īpatnībām sinantropi ir ļoti tuvi pitekantropiem, bet nedaudz pārsniedz tos pēc galvaskausa apjoma (1000 cm<sup>3</sup>). Kopā ar sinantropa atliekām ir atrasti agrā paleolīta laikmeta primitīvie akmens ieroči un uguns lietošanas pēdas.

Pie arhantropiem pieder arī izrakumu hominīdi no Āfrikas, piemēram, atlantotrops no Ziemeļāfrikas (ap 360 tūkstošus gadu vecs) un Eiropas, piemēram, Heidelbergas cilvēks (ap 400 tūkstošus gadu vecs).

## 2. Paleoantropi – cilvēka evolūcijas vidusposms.

Paleoantropi (grieķu valodā “palaios” – sens) vispārināts seno cilvēku apzīmējums, kas tiek uzskatīts par hominīdu evolūcijas otro posmu, kas seko aiz arhantropiem un kuram savukārt seko neoantropi – mūsdienu fiziskā tipa cilvēki. Bieži vien paleoantropus ne visai pareizi sauc par neandertāliešiem, kas ir šaurāks apzīmējums. Paleoantropu kaulu paliekas pazīstamas no Eiropas, Āzijas un Āfrikas, to vecumu vērtē robežās no 250 līdz 40 tūkstošiem gadu atpakaļ. Ķermeņa uzbūves parametru ziņā paleoantropi ir nevienmērīga grupa, jo līdz ar primitīvajiem arhantropiem tuvām formām ir sastopamas jau neoantropiem līdzīgas formas. Paleoantropu kultūra atbilst agrajam paleolītam, tie nodarbojās galvenokārt ar medībām uz lielajiem dzīvniekiem, piemēram, alu lāciem, garspalvainajiem degu radziem. To sabiedriskā organizācija, šķiet, bija vēl tuva pirmatnējo cilvēku barām. Kaut arī kopumā paleoantropi bija neoantropu priekšteči, tomēr ne visi paleoantropi ir tiešie senči. Daudzi paleoantropi visai neskaidru ceļu dēļ izmira (piemēram Rietumeiropas klasiskie neandertālieši). Citi, piemēram, Priekšāzijas, Tuvo Austrumu paleoantropi, kā to uzskatīja

vairums pētnieku līdz šim, attīstījās pa “progresīvās evolūcijas” ceļu un deva sākumu mūsdienu tipa cilvēkiem – neoantropiem (bet skat. 5. nod.).

Neandertālieši – viena no lokālām paleoantropu grupām, kas saistīta ar atradumiem Neandertāles ielejā pie Disseldorfas Vācijā. Tur 1856. gadā tika atrastas skeletu atliekas – galvaskausi, ribu paliekas, plecu un gurnu kauli. Neandertāliešus raksturo neliels augums (ap 1.60 m), lielas (līdz 1700 cm<sup>3</sup>), bet primitīvas smadzenes, rupja skeleta uzbūve. Neandertālieši dzīvojuši apmēram pirms 40 tūkstošiem gadu. To mitekļi, kā likums, bija alas, viņi medīja dzīvniekus, izgatavoja darbarīkus, mācēja iegūt un izmantot uguni. Neandertāliešu sabiedriskā organizācija bija tāda pati kā pimatnējo cilvēku barām. Pēc vairuma zinātnieku domām neandertālieši (šaurākā nozīmē) nebija mūsdienu cilvēka tiešie senči, kaut arī, iespējams, ņēma dalību pie tā veidošanās – tādi ir tradicionālie pētnieku uzskati (par pēdējiem atklājumiem skat. tālāk, 5. nod.).

### 3. Tradicionālie (līdzšinējie) uzskati par neoantropiem un to izcelsmi.

Neoantropi (grieķu val. “neos” – jauns), “jaunie cilvēki” – vispārīgs mūsdienu fiziskā tipa (sugas) cilvēku – *Homo sapiens* (saprātīgais cilvēks) apzīmējums, attiecas gan uz izrakumos atrodamajiem “jaunajiem cilvēkiem”, gan uz tagad dzīvojošajiem. Neoantropu kaulu atliekas ir atrastas Eiropā, Āfrikā, Āzijā un Austrālijā. Vissenāko neoantropu vecums tradicionāli tika vērtēts ap 50 līdz 60 tūkstošiem gadu (skat. Биологический энциклопедический словарь. М., 1989). Neoantropus bieži kļūdaini sauc par kromanjoniešiem, tas ir kādas neoantropu grupas šaurāks apzīmējums. Uzskata, ka neoantropi ir cēlušies no paleoantropu “progresīvām formām”, kas dzīvoja Priekšāzijā, Vidusāzijā un Āfrikas ziemeļaustrumos. Neoantropiem ir raksturīga mūsdienu cilvēka ķermeņa uzbūve un liels smadzeņu tilpums. Neoantropi radīja vēlā paleolīta kultūru (dažādi sarežģīti akmens un kaula ieroči, izgreznojumi, klinšu un alu glezniecība).

Kromanjonieši ir viena no izrakumos atrodamo neoantropu lokālajām grupām. Nosaukums cēlies no Kromanjonas (Cro-Magnon) grotas Dordonas departamentā Francijā, kur 1868. gadā atklāja dažus šī tipa cilvēku skeletus. Bieži ar terminu kromanjonieši saprot visus pirmatnējos mūsdienu tipa cilvēkus, kas akmens laikmeta beigās dzīvoja uz Zemes. Kromanjoniešu vecumu vērtē apmēram uz 30 – 35 tūkstošiem gadu, tie atšķiras ar lielu augumu (līdz 190 cm), lielu galvaskausa tilpumu (līdz 1800 cm<sup>3</sup>), platu un īsu seju. Pēc nodarbošanās kromanjonieši bija mednieki un savācēji un tie ir raksturojami kā vēlā paleolīta materiālās kultūras cilvēki, atzīmējams arī viņu mākslas uzplaukums (alu sienu gleznojumi). Kromanjonieši būvēja pastāvīgus mitekļus no mamutu ilknēm un ādām. Viņi pazina šūto apģērbu. Sabiedriskā organizācija bija ģints iekārta.

Ap mūsu gadsimta 80. gadiem zinātniekiem arvien mazāk ticams sāka likties uzskats, ka Eiropas kromanjonieši ir cēlušies no neandertāliešiem vai arī, ka tie ir bijuši pirmie neoantropi pasaulē, jo lēciens no neandertāliešiem uz kromanjoniešiem, spriežot pēc izrakumiem, norisinājās pārāk ātri.

#### 4. Neoantropu izcelšanās problēma.

Vairums autoru grāmatās un publikācijās par antropoģenēzi un cilvēces vēstures pirmsākumiem (aizvēsturi) līdz pat pēdējam laikam nelokāmi pieturas pie postulāta, ka mūsdienu fiziskā tipa cilvēki – neoantropi, parādījās ap 35 – 40 tūkstoši gadu atpakaļ. Līdz pat nesenai pagātnei šaubas šajā sakarā radās visai reti, jo par labu šim uzskatam viennozīmīgi liecināja daudzi antropoloģiskie atradumi Eiropā un Tuvajos Austrumos, kā arī tas, ka kultūras slāņi, no kuriem šie atradumi tika izvilkti, tika datēti ar dažādām metodēm. Bez tam, likās, ka arī arheoloģiskās metodes atbalstīja šo versiju, rādot, ka līdz ar jaunu fizisko cilvēku tipu radās jauns kultūras tips, vidējā paleolīta kultūru nomainīja vēlāis paleolīts ar daudzveidīgiem akmens izstrādājumiem, ar kaulu un raga apstrādes tehnikas uzplaukumu, ar alu sienu zīmējumu "gleznu galerijām". Tātad par mūsdienu cilvēka izcelšanās laiku dati liecināja it kā viennozīmīgi, bet par neoantropa izcelšanās vietu dati kļuva par cēloni daudzām hipotēzēm un domstarpībām. Kāpēc?

Seno neoantropu (un dažādo to tiešo priekšteču – paleoantropu) kaulu atliekas bija visai plaši izplatītas milzīgā Vecās Pasaules areālā un tieši šis apstāklis lika daudziem zinātniekiem domāt, ka neoantropa izdalīšanās process no to senču formām norisinājās visur un, jebkurā gadījumā, tas nebija saistīts ar kādu vienu kontinentu vai vēl vairāk, ar kādu šauru areālu. Tādi uzskati atbilst tā sauktajai policentrisma teorijai, saskaņā ar kuru mūsdienu cilvēka veidošanās norisinājās paralēli vairākās Zemeslodes daļās, konkrēti četros areālos: Eiropā, Vidējos Austrumos, Āfrikā un Dienvidaustrumāzijā, kā tos ieveda policentrisma pamatlicējs, vācu izcelsmes amerikāņu antropologs F. Veidenreihis (Franz Weidenreich, 1873. – 1948.). šie uzskati atbilst arī plašā monocentrisma teorijai, kuras piekritēji uzskata, ka neoantropa veidošanās process norisinājās vienotā plašā areālā, kas aizņēma ievērojamu daļu no Vecās Pasaules kontinentiem.

Bez šiem zinātniekiem vienmēr bija arī tādi, kas pieturējās pie šauri monocentriskiem uzskatiem, kuri uzskatīja, ka neoantropu dzimtene ir kāds visai ierobežots apgabals, no kura tie vēlāk izplatījās pa visu Zemi, iznīcinot vai asimilējot autohtonos (aborigēnos) iedzīvotājus – paleoantropus. Rietumu literatūrā šo teoriju sauc par "Noasa šķirsta" teoriju (Noah's Ark Theory). Uz neoantropu pirmdzimtenes vietu pretendēja vairāki apgabali, pirmkārt, Rietumeiropa un Tuvie Austrumi. No Rietumeiropas nāk pirmie agro neoantropu – kromanjoniešu apraksti zinātniskajā literatūrā. Rietumeiropā bija zināmi arī citi senāki hominīdu izrakteņi, piemēram, Svanskomba Anglijā un Šteinheima Vācijā. Tuvajos Austrumos dzīvoja tā sauktie progresīvie neandertālieši, un tur ir fiksētas visai senas kultūras pēdas, kas pēc daudzām iezīmēm ir tuvas vēlā paleolīta (Eiropas kromanjoniešu) kultūrai (piemēram, Jabrudas nojume Sīrijā, Zuttiehas ala Izraēlā u.c.). Uz neoantropu šūpuļa vietas statusu pretendēja arī daži citi apgabali, bet bieži vien atbilstošās hipotēzes balstījās uz unikāliem, bieži vien sensacionāliem atradumiem, kas vēlāk neguva plašāku atbalstu un apstiprinājumu ar citiem izrakumiem.

Āfrikas kontinentus strīdus par neoantropu pirmdzimteni parasti neieņēma pašu izcilāko vietu. Protams, dažādas policentrisma un plašā monocentrisma teorijas versijas pieļāva iespēju, ka daļa no šī kontinenta varēja ietilpt neoantropu sākotnējās veidošanās zonā, bet praktiski neviens no zinātniekiem neatzina Āfrikas monopoltiesības sūkties par neoantropu pirmdzimteni. Vēl jo vairāk, daži pētnieki uzskatīja, ka laikā, kad Eiropā un Dienvidaustrumu Āzijā uzplauka vēlā paleolīta kultūras, kuru nesēji bija neoantropi, Āfrikā vēl joprojām bija neandertāliešu tipa iedzīvotāji, tas ir, paleoantropi. Citādi tas arī nemaz nevarēja būt, jo Āfrikā vēl ilgu laiku gandrīz nemaz nepazīna neoantropu kaulu atlieku

atradumus, kuru vecums būtu salīdzināms ar tādu pat izrakteņu vecumu Eiropā vai Āzijā.

Lielāko daļu Āfrikas zināmo neoantropu kaulu atlieku varēja datēt ar paleolīta beigām (10–20 tūkstoši gadu atpakaļ) vai arī ar vēl jaunāku laiku. Pēc speciālistu vērtējuma tikai dažus visai slikti saglabājušos galvaskausus varētu attiecināt uz Eirāzijas agro neoantropu parādīšanās laiku (35–40 tūkstoši gadu atpakaļ). Bet šo atlieku datējumi bija ļoti nedroši un saglabājušos fragmentu anatomiskā uzbūve pieļāva daudz dažādu iztulkojumu.

Bet 70–jos un it īpaši 80–jos gados pēc virknes izcilu atklājumu notika pagrieziena: arvien vairāk biologu, antropologu un arheologu par neoantropu pirmdzimteni sāka uzskatīt Āfriku. Tātad Āfrika–divreiz cilvēces pirmdzimtene (gan arhantropu, gan neoantropu).

## 5. Āfrikas pārsteigumi.

1969. gadā angļu zinātniskajā žurnālā "Nature" parādījās ziņas par atradumiem Omo upes ielejā (Etiopijas dienvidos). Tur tika atrasti triju hominīdu galvaskausi un daži kaulu fragmenti, kuru vecums tika novērtēts kā lielāks nekā 50 000 gadu. Galvaskausu fragmenti uzreiz nonāca speciālistu uzmanības centrā un kļuva par diskusiju strīdu objektu, kuri nav beigušies vēl šodien. Angļu antropologs Maikls Dejs pēc galvaskausu izpētišanas paziņoja, ka pēc daudzām anatomiskās uzbūves īpatnībām tie būtiski atšķiras no savu laikabiedru – neandertāliešu tipa galvaskausiem, un tuvojas neoantropu galvaskausiem. Rūpīgāka atradumu izpēte vēlāk noveda pie secinājuma, ka divu Omo galvaskausu fragmenti vēl raksturojas ar diezgan daudzām arhaiskām īpatnībām un tādēļ klasifikācijā atrodas nedaudz sāpus. Bet trešais galvaskaus, kas pazīstams ar nosaukumu "Omo1" visticamāk piederējis cilvēkam, kas pēc skeleta uzbūves atbilst mūsdienu cilvēkam – neoantropam. Izrakumu slānim, kurā tika atrastas šīs atliekas, ar urāna jonu metodi tika noteikts vecums – 130 000 gadu! Bet, par cik šī metode nav pietiekami pārbaudīta, tad tai burtiski ticēt nevajadzētu, bet jebkurā gadījumā, pat pēc visuzmanīgākajiem novērtējumiem Omo upes galvaskausu vecums ir ne mazāks kā 50 000 – 60 000 gadu.

Šis atklājums lika atcerēties un no jauna izvērtēt dažus citus atradumus, kuri bija izdarīti agrāk, bet kuri bija palikuši nenovērtēti vai arī kuriem nebija pamatotu datējumu. Tas, pirmkārt, attiecas uz vienu no galvaskausiem, kas atrasts Kanzerā (Kenija), uz dažām kaulu atliekām no Ziemeļāfrikas (piemēram, no Džebel–Irhudas alas), un virkni citu Dienvidāfrikas un Austrumāfrikas izrakteņu. Šie materiāli pa lielākai daļai bija visai fragmentāri, antropologi līdz šim tos novērtēja visai dažādi, bet to, ka tie visi tā vai citādi pēc savas anatomiskās uzbūves tuvojas neoantropam vai tam tuviem hominīdu pārejas tipiem, beigās atzina vairums pētnieku. Tā rezultātā jau 70–to gadu otrajā pusē mūsdienu cilvēku – neoantropu pirmdzimtenes meklējumi tika koncentrēti Āfrikas teritorijā. Vissvarīgākie atklājumi tika veikti pateicoties atradumiem alās pie Klasiesas upes (Dienvidāfrikā) un Borderas alā (Svazilendā).

Kaut arī izrakumi šajās vietās, piemēram Borderas alā, tika veikti jau kopš 40–tajiem gadiem, tomēr plašāku atzinību šo pētījumu dati guva tikai 70–tajos gados. Šie rezultāti bija visai graujoši, daudzi autoritatīvi antropologi, iepazīnušiem ar Borderas un Klasiesas alu izrakumu rezultātiem atzina, ka tajās atrastās atliekas pieder anatomiski pilnīgi mūsdienu tipa cilvēkam – neoantropam. Šie secinājumi tiek doti bez jebkādam kaut cik būtiskām atrunām un līdz šim nav bijis nopietnu

mēģinājumu tos apšaubīt. Vairumam Borderas alas neoantropu kaulu atlieku vecums tiek lēsts 90 000 – 115 000 gadu intervālā, bet Klasiesas alu atliekām – vairāk nekā 60 000 gadu (pašas vecākās, iespējams, ap 100 000 gadu robežās). Salīdzinot šos faktus ar iepriekš minētajiem atradumiem Dienvid-, Austrum- un Ziemeļāfrikā, secinājums ir viennozīmīgs – mūsdienu fiziskā tipa cilvēki – neoantropi parādījās vismaz 60 000 gadu ātrāk nekā tas tika uzskatīts līdz šim. Un vistīcamāk, ka tas notika Āfrikā. Tāds secinājums, ka arī mūsdienu tipa cilvēka pirmdzimtene ir Āfrika, liekas pilnīgi loģisks un pamatots.

Bet 1988. gadā tika izdarīts atklājums, kas atkal deva iemeslu to apšaubīt!

## 6. Tuvo Austrumu neoantropu dati.

1988. gadā franču fiziķis A.Vallada Vājo radioaktīvo izstarojumu pētniecības centrā Yifā (Francijā) noteica vecumu 6 vidējā paleolīta slāņiem Kafzehas alā (Izraēlā). Tas izrādījās ap 90 000 – 100 000 gadu.

Tikai Kafzehas un daļēji arī Shulas alas kaulu atliekas pēc savas anatomiskās uzbūves bija tuvas neoantropiem, visu pārējo Tuvo Austrumu alu un apmetņu (Amudas, Tabunas, Kebaras, Šanīdaras) vidējā paleolīta slāņu kaulu atliekas piederēja neandertāliešu tipa cilvēkam. Kafzehas alas kaulu atliekas jau labu laiku interesēja antropologus, jo tās neapšaubāmi bija saistītas ar neandertāliešu materiālo kultūru, bet daudzi to kauli bija pilnīgi bez jebkādam neandertāliešu tipa cilvēku pazīmēm, t.i. piederēja neoantropiem.

Līdz ar A.Valladas atklājumu Tuvo Austrumu neoantropu jeb "protokromanjoniešu" (pēc franču antropologa B.Vandermeša apzīmējuma) vecums ir apmēram tāds pats kā Āfrikas neoantropiem.

Rodas vairāki jautājumi:

1. Kuram tad no mūsdienu tipa cilvēku izcelšanās centriem (Āfrika vai Tuvo Austrumi) dodama priekšroka?
2. Vai neoantropi ieradās Tuvajos Austrumos no Āfrikas ("Āfrika – Ēdenes dārzs") vai otrādi?
3. Vai mūsdienu cilvēka rašanās nenotika abos apgabalos neatkarīgi un apmēram vienā un tajā pašā laikā un līdz ar to pareiza ir policentriskā koncepcija?

## 7. Molekulārā jeb mitohondriālā Ieva.

Jau kopš 60-to gadu vidus, lai rekonstruētu primātu kārtas un citu dzīvnieku grupu genealoģiskos kokus (ciltskokus) plaši sāka lietot molekulārās bioloģijas sasniegumus, izmantojot to informāciju, kas apslēpta nukleīnskābju (DNS un RNS) molekulās un olbaltumvielu makromolekulās.

Starp organismu sistemātikas biomolekulārām pētniecības metodēm īpašu popularitāti mūsdienās ir ieguvusi t.s. mitohondriālās DNS (saīsināti m-DNS) salīdzinošā pētniecība. Mitohondrijas – tās ir īpašas, maisiņu formas šūnu struktūras, kas atbildīgas par šūnas enerģētisko apmaiņu. Galvenā šūnas DNS molekulu daļa ir koncentrēta šūnas kodolā (hromosomās), bet kāda to daļa, īpašs to paveids – m-DNS, atrodas mitohondrijās. šīs molekulas garums arī ir diezgan liels – ap 16 500 nukleotīdu. Svarīgs ir apstāklis, ka mutāciju procesa intensitāte m-DNS ievērojami pārsniedz šūnu kodola DNS mutāciju intensitāti un sasniedz 2 – 4 % viena miljona gadu laikā. Nukleotīdu izmaiņas m-DNS veido



savdabīgu to notikumu hroniku, kas ar doto organismu noticis daudzu paaudžu laikā.

Patī galvenā m-DNS īpatnība tomēr ir saistīta ar to veidu, kādā tā tiek nodota no paaudzes uz paaudzi. Atšķirībā no kodola DNS šī m-DNS nākošajā paaudzē nonāk tikai caur mātes olšūnu, tēvi nekad nenodod bērniem savas mitohondrijas. Šī mitohondriju īpatnība, ka to ģenētiskā informācija tiek nodota vienīgi ar māti, nevis ar abiem vecākiem, ir saistīta ar to, ka olšūna ir piepildīta ar mitohondrijām, bet spermatozoidos to praktiski nav. Tāpēc bērniem neatkarīgi no to dzimuma vienmēr šūnu kodola DNS ir tēva un mātes kodolu DNS hibrīds, kas izveidojas apaugļošanās momentā, bet m-DNS, kuru bērnam nodod mātes olšūna neapvienojas ar tēva m-DNS. Tādā veidā iznāk, ka bērna m-DNS ir tāda pati kā mātei, vecmāmiņai u.t.t. pa mātes līniju. Atšķirības starp dažādu paaudžu m-DNS ir saistītas vienīgi ar mutācijām, kuras pateicoties m-DNS mantošanai tikai pa mātes līniju ir daudz vieglāk izsekojamas laikā. Tāpēc mitohondrijām un m-DNS ir liela nozīme "molekulārā pulksteņa" graduēšanā.

Salīdzinot dažādu sugu zīdītāju m-DNS, Berklijas universitātes biologs Alans Vilsons noskaidroja, ka tiešām to mutācijām ir raksturīgs noteikts temps, 2 – 4 % to satura izmainās 1 miliona gadu laikā. Pēc tam viņš sāka salīdzināt nevis dažādu sugu, bet vienas un tās pašas sugas – tieši cilvēka – dažādas populācijas, lai mēģinātu novērtēt ģenētisko distanci starp tām un "pacelties" līdz to hipotētiskajam dibinātājam.

Sos darbus amerikāņu ģenētiķu grupa pabeidza pirms 10 gadiem, salīdzinot m-DNS no vairākiem simtiem cilvēku, kas bija ņemti no 5 populācijām Āfrikā, Āzijā, Austrālijā, Jaungvinejā un Eiropā. Šī darba:

**R. L. Cann, M. Stoneking, A. C. Wilson. "Nature" vol. 325 (1987), p. 31–46.**, viens no svarīgākajiem rezultātiem bija šo piecu populāciju ģeoloģiskā koka rekonstrukcija, kas balstās uz 134 cilvēku m-DNS izpētītajām molekulām. Vispārīgais princips, ko izmanto, lai konstruētu un interpretētu tādus molekulāri – ģenētiskos kokus, balstās uz to, ka pētāmo organismu radniecības pakāpe ir proporcionāla salīdzināmo m-DNS molekulu līdzības pakāpei. Analizējot m-DNS ģeoloģiskos kokus, šie pētnieki izteica divus visai negaidītus un sensacionālus slēdzienus:

- 1. Visas cilvēces ciltsmāte, t.i., viena sieviete, kas ir nodevusi visiem mums sākotnējo m-DNS molekulu ("mitohondriālā Ķeva") ir dzīvojusi starp 160 000 – 290 000 gadiem atpakaļ.**
- 2. Ļoti varbūtīgi, ka tā ir dzīvojusi Āfrikā.**

Šis 5 populāciju m-DNS ģeoloģiskais koks tiešām sastāv no diviem zariem. Vienā zarā ietilpst tikai āfrikāņi, bet otrā ietilpst visas 5 izpētītās populācijas no kurām katrai (izņemot āfrikāņu) ir daudzveidīga izcelsme. Par labu āfrikāņu zara vislielākajam senumam liecina šī koka struktūra, tā kompakts, zaru garums un tās koka daļas viendabīgums (homogenitāte), kas ir saistīta ar āfrikāņiem. Šai ziņā ļoti raksturīgi ir Jaungvinejas papuasi, to pārstāvji (mutācijas) ir atklāti visos koka zaros, izņemot tiro āfrikāņu zaru. Pēc pētnieku domām Jaungvinejas rajons, no kura tika ņemti m-DNS paraugi tika kolonizēts vismaz 7 reizes. Pēdējais kolonistu vilnis varēja parādīties samērā nesen, 28 – 25 tūkstoši gadu atpakaļ, pie kam kolonistu izcelšanās pa mātes līniju visos gadījumos nav vienāda.

Pie līdzīgiem secinājumiem par cilvēces izcelšanos var nonākt arī citādā ceļā.

"Visi cilvēki ir brāļi". Tā ir bieži dzirdēta tēze, bet ar pietiekami dziļu jēgu. Katram cilvēkam ir divi vecāki, četri vecvecāki u.t.t. Tad rēķinot 20 gadus uz vienu paaudzi, jau pirms 2000 gadiem, 100 paaudzes atpakaļ katram no mums būtu  $2^{100} \sim 10^{30}$  radnieku, kas ir pilnīgi nerealī (visu līdz šim dzīvojušo cilvēku kopskaits tiek lēsts aptuveni uz  $7.7 \times 10^{10}$ ). Izeja no šī

paradoksa acīmredzama – radnieciskie krustojumi. Tādā gadījumā var uzbūvēt tādu ģeoloģisko koku (ciltskoku), kad mums pirms 100 vai 1000 paaudzēm būtu tikai divi senči. Ja ņemam vērā, ka cilvēces kopskaits virzoties vēsturē tālāk pagātnē samazinās, tad mēs tādu, ļoti vienkāršu spriedumu ceļā nonāksim pie atziņas par visas cilvēces sākumu no viena senču pāra.

## 8. Āfrika – neoantropu pirmdzimtene.

Arī citi molekulārie biologi nonāca pie līdzīgiem rezultātiem. Tā 1986. gadā angļu zinātnieki Džeimss Veinskots un Adrians Hills ziņoja par iespēju izmantot speciālus bioloģiskos savienojumus – enzīmus, lai atdalītu piecus kodola DNS fragmentus no gēna, kas atbildīgs par sarkano asinsķermenīšu hemoglobīna molekulas kādas daļas sintēzi. Viņi izpētīja dažādas šo fragmentu kombinācijas 600 cilvēku lielai grupai, kuras sastāvā bija āfrikāņi, angļi, indusi, melanēzieši un taizemieši (siamieši). Izrādījās, ka neāfrikāņiem ir ierobežots kopīgo kombināciju daudzums, bet āfrikāņiem visraksturīgākās ir tieši tās kombinācijas, kuru nav citām grupām. Pētnieku secinājums bija, ka visas pasaules tautas ir cēlušās no vienas mazas aizvēsturisko āfrikāņu grupas, kuru savā starpā saistīja asinsradniecības saites. Dž. Veinskots ar līdzautoriem šai sakarā rakstīja:

“Ģenētisko distanču analīze, kas balstās uz kodola DNS polimorfismu (daudzveidību), rāda, ka galvenā ūdensšķirtne iet starp Āfrikas un Eirāzijas iedzīvotājiem”. Esošie dati atbilst hipotēzei, ka visas cilvēku neāfrikāņu populācijas ir cēlušās no dibinātājas populācijas, kura ir migrējusi no Āfrikas ap 100 000 gadu atpakaļ.

Pētot m-DNS nukleotīdu virkņu mutācijas dažādās cilvēku rasu grupās, 80. gados tika atklāts, ka cilvēku populāciju m-DNS mutācijas ir visai mazas, daudz mazākas nekā citu dzīvo būtnu m-DNS mutācijas. Amerikāņu biologs U. Brauns to iztulko kā liecību tam, ka cilvēces evolūcijas vēsturē samērā nesena pagātnē ir bijusi parādība, ko ģenētiķi sauc par “pudeles kakliņa efektu”. Tā būtība ir sekojoša. Ja dotās sugas kaut kādā eksistences periodā tās pārstāvju skaits kaut kādu apstākļu dēļ samazinās līdz nelielas populācijas apmēriem, kurā ir tikai daži desmiti vai pat tikai daži īpatņi, bet pēc šīs krīzes šī populācija tomēr neizmirst, bet atkal pieaug, kas noved pie attiecīgās sugas atkalatjaunošanās, tad šai sugai vēl ļoti ilgi būs raksturīga visai augsta ģenētiskā viendabīguma pakāpe, ļoti tuva tai kāda bija populācijai – dibinātājai. Ar līdzīgu situāciju pētnieki sadūrās pavisam nesena pētītā Āfrikas gepardu evolūciju. Ļoti iespējams, ka vairāki desmiti tūkstoši šīs sugas mūsdienu pārstāvju ved savu ciltskoku tikai no 6 – 7 īpatņiem, kas kādreiz ir bijuši liecinieki visasākajai krīzei šīs sugas vēsturē, bet tā tomēr pārdzīvoja šo krīzi.

U. Brauns ne tikai pamatoja varbūtību, ka cilvēce ir gājusi caur tādu “pudeles kakliņu”, bet arī aprēķināja šī notikuma iespējamo laiku. Pēc viņa novērtējumiem tas ir norisinājies laika posmā starp 360 000 – 180 000 gadu atpakaļ. Te uzreiz gan jāpiebilst, ka šie skaitļi ir visai nedroši, jo tie galvenokārt ir atkarīgi no tā, kāds lielums tiek pieņemts par mutāciju ātrumu cilvēka m-DNS molekulās, t.i., vienu nezināmu lielumu izsaka ar citu nezināmu lielumu, bet jaunāko pētījumu rezultāti apstiprina U. Brauna secinājumus.

Pirmkārt, vismaz 3 zinātnieku grupas no dažādām Japānas un ASV laboratorijām konstatēja, ka mūsdienu āfrikāņu m-DNS molekulu uzbūvē vērojama daudz augstāka variabilitātes (mainības, mutāciju) pakāpe nekā pārējo kontinentu iedzīvotāju m-DNS uzbūvē. Tas var nozīmēt tikai

1. Kas tieši bija neoantropu priekštecis? Tas ir viens no svarīgākajiem jautājumiem, uz kuru nav viennozīmīgas atbildes. Ir tikai hipotēzes. Vispārīgā atbilde – paleoantropi, neko konkrētu nepasaka, jo šis termins ir tikai kopīgs hominīdu apzīmējums agrākajā cilvēka evolūcijas lielajā posmā bez sīkākās diferenciācijas. Te ir vērts padomāt no Radīšanas viedokļa: vai neoantropa parādīšanās (“molekulārais Ādams” un “mitochondriālā Ieva”) nav tāds pats notikums kā Lielais Sprādziens kosmoloģijā?
2. Bioloģiskās un kultūras evolūcijas attiecību problēma. Tiek sagrauti vienkāršotie priekšstati par stingru noteikta arheoloģiskā laikmeta atbilstību noteiktam cilvēka senču bioloģiskajam tipam, piemēram, vēlā paleolīta atbilstība neoantropam. Fakts, ka neoantropi vairākus desmitus tūkstošus gadu bija tās pašas vidējā paleolīta kultūras nesēji, kurā dzīvoja neandertālieši, liek domāt, ka pēdējie nerasniedza savu spēju maksimumu kultūrā, bet izzuda, neizturot neoantropu konkurenci.
3. Nevar izslēgt varbūtību tam, ka, ja 120 000 – 130 000 gadu atpakaļ Dienvidu vai Austrumu Āfrikā nebūtu izveidojusies tāda situācija, kas piespieda vietējos hominīdus attīstīt tālāku intensīvu evolūciju, tad cilvēce nekad nerasniegtu attiecīgo bioloģisko attīstības līmeni, bet paliktu, teiksim, neandertāliešu līmeni. Nevajag neoantropu parādīšanos uz Zemes uzskatīt par fatālu, dabas ieprogrammētu neizbēgamību. Evolūcijai, protams, ir noteikts virziens, bet tās rezultāts nav iepriekš noteikts, tas atkarīgs no apstākļiem (no dabas zinātņu viedokļa).

### **XXIII. Pasaules radīšanas ainas sešu dienu kopsavilkums un cilvēces vēstures sākums.**

1. Pasaules radīšanas ainas sešu dienu hronoloģija un kosmoloģiskā simetrija.
2. Cilvēka radīšanas interpretācija – Bībele un zinātne.
3. Cilvēces aizvēstures reminescence – Ēdenes dārzs un ceļš no aizvēstures uz vēsturi.
4. Pirmsplūdu laikmets – rakstītās vēstures sākums.
5. Noa – reāla vēsturiska persona.
6. Grēku plūdu laika momenta aptuvens novērtējums.
7. Objektīvie arheoloģijas dati par vispasaules plūdiem.
8. Noa pēcteči un cilvēces lielā dališanās.
9. Bābeles tornis – visu valodu izcelšanās no vienas pirmvalodas:
  - a) Bābeles tornis – reāls arhitektūras piemineklis.
  - b) Visu valodu izcelšanās no vienas pirmvalodas.

#### **Literatūra.**

1. Z.Kosidovskis. Bībeles stāsti. Rīga, 'Zinātne', 1978.g.
2. Айзек Азимов. В начале. Москва. Издательство политической литературы. 1990.
3. И.Н. Хлопин. А что было до потопа? (Исторические корни древнейших мифов человечества). Лениздат. 1990.
4. Эвелин Кленгель - Брандт. Вавилонская башня. Легенда и история. Москва, "Наука", "1991.
5. Услышать прошлое. Знание - сила, н. 7 (1985), стр. 9-12.
6. Клаудио Гатти. На каком языке говорили Адам и Ева? "За рубежом", н. 49 (1989), стр. 20-21.

## 1. Pasaules radīšanas ainas sešu dienu hronoloģija un kosmoloģiskā simetrija.

Pieņemot, ka Lielais Sprādziens jeb pasaules radīšana ir notikusi 15 miljardus gadu =  $1.5 \times 10^{10}$  gadu atpakaļ, hronoloģijas kopsavilkums varētu izskatīties šāds:

- Pirmā diena – Lielais Sprādziens un inflācijas kosmoloģija. Tai atbilst laika intervāls pēc sprādziena:  
 $0 - 10^{-44}$  sek  $\leq t \leq 10^{-35}$  sek jeb  $t_0 = 1.5 \times 10^{10}$  gadi atpakaļ, skaitot kopš mūsu dienām.
- Otrā diena – mūsu Visums atdalās, mūsu Visuma izplešanās sākums:  
 $10^{-35} \leq t \leq 300$  sek = 5 min., jeb 5 minūšu intervāls  $1.5 \times 10^{10}$  gadu atpakaļ.
- Trešā diena – mūsu Visums atdziest, pirmie kosmiskie ķermeņi, dzīvība kosmiskā izpratnē:  
5 min  $\leq t \leq 5$  miljardi gadu kopš Lielā Sprādziena jeb 15 miljardi gadu  $\leq t \leq 10$  miljardi gadu atpakaļ.
- Ceturtā diena – Saules sistēmas, zvaigžņu veidošanās:  
5 miljardi gadu  $\leq t \leq 11.5$  miljardi gadu kopš Lielā Sprādziena jeb 10 miljardi gadu  $\leq t \leq 3.5$  miljardi gadu atpakaļ.
- Piektā diena – dzīvība ūdenī un gaisā:  
11.5 miljardi gadu  $\leq t \leq 14.6$  miljardi gadu kopš Lielā Sprādziena jeb 3.5 miljardi gadu  $\leq t \leq 400$  miljoni gadu atpakaļ.
- Sestā diena – dzīvība uz sauszemes un cilvēks:  
14.6 miljardi gadu  $\leq t \leq 14.998$  miljardi gadu kopš Lielā Sprādziena jeb 400 miljoni gadu  $\leq t \leq 2$  miljoni gadu atpakaļ.

Kosmoloģiskās simetrijas kopsavilkums:

1. Pirmā diena – Visuma vispār (daudzu cēloņsakarīgi nesaistītu Visumu, no kuriem viens ir “mūsu Visums”) radīšana (inflācijas kosmoloģija).
2. Otrā diena – mūsu “speciālā Visuma”, kas atbilst antropajam principam (AP), sākums – tā atdalīšanās un izplešanās sākums.
3. Trešā diena – mūsu “speciālā Visuma” materiālo struktūru, dzīvības nesēju radīšana (dzīvību jau ir iespējams materiāli realizēt).
4. Ceturtā diena – “mazā Kosmosā”, Saules sistēmas radīšana, tiek sagatavoti priekšnoteikumi, lai realizētu jau otrajā dienā, saskaņā ar AP, paredzēto.
5. Piektā diena – otrajā un trešajā dienā sagatavoto materiālo struktūru “laišana darbā” – dzīvības realizācija uz Zemes.
6. Sestā diena – dzīvības – augstākais gala mērķis – cilvēks.

## 2. Cilvēka radīšanas interpretācija – Bībele un zinātne.

Genesis par cilvēka radīšanu runā divas reizes:

“26. Tad Dievs sacīja: “Darīsim cilvēku pēc mūsu tēla un mūsu līdzības; tas lai valda pār zivīm jūrā un pār lopiem, pār putniem apakš debess, pār visu zemi un visiem rāpuļiem, kas rāpo zemes virsū.”

27. Un Dievs radīja cilvēku pēc sava tēla un līdzības, pēc sava tēla Viņš to radīja, vīrieti un sievieti Viņš radīja.”  
(Genesis 1:26–27)

“7. Un Dievs tas Kungs izveidoja cilvēku no zemes un iedvesa viņa nāsīs dzīvības dvasi; tā cilvēks kļuva par dzīvu būtni.”

(Genesis 2:7)

Pēc liberālo Bībeles pētnieku uzskatiem, pirmajai Mozus grāmatai ir bijuši divi pirmavoti:

- tā saucamais “Jahvists”(J–avots no apm. 1000 g.pr. Kr.),
- tā sauktais “Priestly Code”(P–avots (priesteru kodekss) sastādīts Bābeles gūsta laikā starp 597. – 539. g.pr.Kr.).

Saskaņā ar šo uzskatu, kam nepiekrīt daudzi konservatīvie Bībeles pētnieki, lielākā daļa no Genesis pirmajām 11 nodaļām nāk no P–avota, arī pirmais stāsts par cilvēka radīšanu (Genesis 1:26–27) ir saistīts ar “Priestly Code”, bet otrais (Genesis 2:7) ar “Jehovist”.

Neatkarīgi no šīs problēmas risinājuma aplūkosim kā šos divus Dieva Vārda vēstījumus par cilvēka radīšanu varam saistīt ar iepriekš aplūkotojām zinātnes (bioloģijas) datiem par cilvēka izcelšanos. Arī pēc bioloģijas datiem ir divi būtiski atšķirīgi momenti pie cilvēka izcelšanās:

1. Cilvēka kā sugas izdalīšanās no dzīvnieku valsts. Te jautājums ir par to, ar kuru brīdi mēs doto būtni (australopiteku, pērtiķcilvēku) sāksim uzskatīt par cilvēku, kaut arī vēl arhaisko, primitīvo (arhantropu), pēc kāda kritērija? Te, protams, daudz kas vēl nav skaidrs, turpinās zinātnieku diskusijas. Tradicionālais marksisma kritērijs – “darbs, darba rīku izgatavošana” – arī nemaz nav tik viennozīmīgs un neapšaubāms. Tāpēc arī nosacīti varam pieņemt, piemēram, ka par pirmo cilvēku šajā, arhantropa nozīmē, varētu uzskatīt *Homo habilis* – “prasmīgo cilvēku”, kas dzīvoja ap 2 – 1.5 miljonus gadu atpakaļ Āfrikā.
2. Mūsdienu cilvēka – neoantropa – *Homo sapiens* izcelšanās, kas norisinājusies vairāk nekā 100 000 gadus atpakaļ arī Āfrikā, iespējams, ka ļoti šaurā areālā, pat unikālā veidā (“mitohondriālā Ieva” un “molekulārais Ādams”).

Ja mēs šos bioloģijas datus salīdzinām ar Bībeles vēstījumu, tad redzam, ka ir iespējama sekojoša interpretācija:

1. Pirmo reizi (Gen. 1:26–27) Bībele runā par cilvēka radīšanu vispār, t.i. cilvēka kā sugas indivīda radīšanu, kas tikai vēl potenciāli “pēc mūsu tēla un mūsu līdzības” var piepildīt Dieva nosprausto plānu. Te runa iet tieši par cilvēka radīšanas pirmo posmu, viņa izdalīšanu *Homo habilis* vai arhantropa nozīmē.
2. Otrreiz runājot par cilvēka radīšanu (Genesis 2:7), jāņem vērā tālākie Bībeles notikumi – cilvēka ievietošana Ēdenes dārzā, viņa zināma kultūras pakāpe (vārdu došana zvēriem un putniem (Gen. 2:19–20)), pirmā ģimene (Ādams un Ieva) – te mēs redzam atbilstību ar neoantropu, *Homo sapiens*, varbūt pat ar “molekulāro Ādamu” un “mitohondriālo Ievu”.

Filozofiski pārdomājot šo Bībeles un zinātnes doto cilvēka radīšanas jeb izcelšanās ainu, redzam, ka lielos vilcienos zinātniskā aina atbilst Bībeles dotajai, vēl vairāk, tā visu laiku tuvojas tai (protams izmantojot Bībeles liberālo interpretāciju!)

Var teikt, ka novērojama tāda pat situācija kā pasaules radīšanas ainas gadījumā – kosmoloģijas dotā pasaules sākuma aina (Lielais Sprādziens) galvenajos momentos atbilst Bībelē teiktajam un tas noticis tieši XX gadsimtā, kad zinātne ir daudz tuvāk Bībelei nekā XVII. – XIX. gs. Tagad, mazliet vēlāk, šis pagrieziena notiek arī bioloģijā – cilvēka izcelšanās problēmā zinātne ir daudz tuvāk Bībelei tieši pēdējo gadu sasniegumu rezultātā.

### **3. Cilvēces aizvēstures reminescence – Ēdenes dārzs un ceļš no aizvēstures uz vēsturi.**

1. Ēdenes dārza lokalizācijas problēma. Saskaņā ar Genesis 2:8–14:

**“8. Un Dievs tas Kungs dēstīja dārzu Ēdenē, tālu austrumos, tur Viņš ielika cilvēku, ko bija veidojis.**

**10. Un upe iztecēja no Ēdenes, tā slacināja dārzu. Tā tur dalījās četrās straumēs:**

**11. Vienas vārds ir Pišona, tā plūst apkārt visai Havilas zemei, kur ir zelts.**

**12. Un šīs zemes zelts ir labs. Tur atrodams arī bedelijs un šohamas akmens.**

**13. Otrās upes vārds ir Gihona, tā plūst apkārt visai Kuša zemei.**

**14. Bet trešās upes vārds ir Hidekela, tā plūst austrumos no Asuras. Ceturtās upes vārds ir Eifrata.”**

Ēdene – šumēru valodā “edem (eden)” – ieleja, tātad līdzinums austrumos.

Pišona – ?, vairāk Bībelē šis vārds nav sastopams.

Havilas zeme pieminēta kā Ismaēla cilšu dzīves vieta: “18. Un viņš mita no Chavilas līdz Šūrai, kas ir uz rītiem no Ēģiptes ceļā uz Asuru...” (Gen. 25:18). Havilas zeme, iespējams, tātad atradās kaut kur uz dienvidrietumiem no Eifratas, kur dzīvoja ismaēliti – ziemeļarābu ciltis robežapgabalā starp Jūdeju un Babiloniju.

Pišona, tātad varētu būt Eifratas pieteka, kas ietek tajā no rietumiem vietā, kas atrodas augstāk par Tigras un Eifratas saplūšanas sākumu. Saplūstot kopā Tigra un Eifrata veido Šatt-el-Arabas upi, kura eksistēja jau ebrēju Bābeles gūsta laikā un kas pēc 195 km ietek Persijas līcī. Pišona, visticamāk, nebija liela Eifratas pieteka un šī apgabala klimatam kļūstot sausākam tā, iespējams, izzuda pavisam.

Bedelijs (krievu tekstā – bdolahs) – uzskata, ka šis nosaukums apzīmē kādus aromātiskus sveķus. Tas ir pieminēts Bībelē vēl vienā vietā, kur aprakstīts kā ebrēji kļūstot pa tuksnesi pārtika no debess mannas:

“7. Bet manna bija koriandra sēklu veidā, un tās spīdums bija kā berillija mirga” (Num. 11:7). Koriandrs – garšvielas un ārstniecības

augš, "berillija" (dārgakmens-minerāls, tāpat kā šohamas akmens (krievu tekstā – onikss)) vietā krievu tekstā ir "bdolahs".

Gihona – ?, citur Bībelē vairs netiek pieminēta.

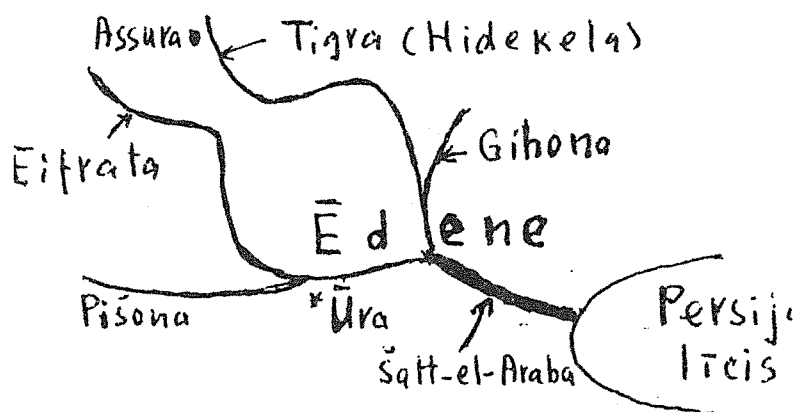
Kuša zeme – tradicionālajā interpretācijā ir Nūbija, dienvidos no Ēģiptes (skat tālāk pie Hama dēliem (Gen. 10:6)), tad Gihona – Nīla, bet starp Nīlu un Mesopotāmiju ir ap 1500 km attālums.

Cita iespējamā interpretācija: Kuša zeme – tā ir seno grieķu aprakstītie "kosseani", kurus tagadējie vēsturnieki sauc par kassītiem, kuri starp 1600 – 1200 g.pr.Kr. iebruka Mesopotāmijā un valdīja Babilonijā. Tādā gadījumā Gihonai, kas "plūst apkārt" kassītu zemei (Kušai), ir jābūt vienai no Tigras pietekām, kas ieplūst tajā no austrumiem augšpus Tigras saplūšanas vietai kopā ar Eifratu. Tādā gadījumā Gihona, līdzīgi Pišonai, visdrīzāk ir uzskatāma par sen izzudušu upi.

Hidekela – tas ir asīriešu nosaukuma "i-di-ik-lat" (Tigra) ebrējiskais variants. Atšķirībā no mierīgās Eifratas Tigra ir mežonīga upe un līdz ar to nav kuļojama. Varbūt tādēļ grieķi tai ir devuši nosaukumu Tigra – tīģeris. Ar Assuru te būtu jāsaprot Asīrijas pirmā galvaspilsēta, kas tiešām atradās Tigras rietumu krastā, jo Asīrijas ķēniņvalsts pletās abos Tigras krastos.

Eifrata – ebrēju valodā "Perat" bija tiem ļoti zināma, tāpēc tikai pieminēta.

Tātad, pieņemot, ka Ēdenes dārzs atradās Šatt-el-Arabas upes augštecē un skatoties pret straumi redzam, ka tā sadalās Tigrā un Eifratā. Tigra sadalās tās galvenajā straumē un, iespējams, tās pietekā Gihonā, bet Eifrata – galvenajā straumē un, iespējams, tās pietekā – Pišonā. Tā, raugoties no rietumiem uz austrumiem iznāk – Pišona, Eifrata, Tigra, Gihona. Iespējamā Ēdenes dārza lokalizācija ir parādīta zīmējumā.



## 2. Ceļš no aizvēstures uz vēsturi.

Bībeles stāsts par Ādamu un Ievu Ēdenes dārzā (tam ir zināmas paralēles ar šumēru mītu par dieva Enki radīto paradīza dārzu priekš dieviem Dilmūnas zemē) – iespējams, ir Dieva atgaudinājums par cilvēces aizvēsturiskajiem "laimīgajiem" pirmlaikiem un tās pāreju "grūti strādājot" (Gen. 3:17) uz civilizāciju, kam atbilst reāli vēsturiski notikumi – pirmās civilizācijas uzplaukums "pirmsplūdu" Šumērā.

Stāsts Ādama dēliem – Kainu un Ābelu, zemkopu un avju ganu (tam atbilst šumēru mīts par dievišķo jaunekli Lahari – ganu un viņa māsu –



zemkopi Ašnanu) arī, iespējams, ir saistīts ar kādu aizvēstures posmu – darba dalīšanu starp zemkopju un lopkopju ciltīm (tikai šumēru mītā dievi šo strīdu izspriež zemkopes Ašnanas labā).

#### 4. Pirmsplūdu laikmets – rakstītās vēstures sākums?

Ir zināms pamats domāt, ka Bībeles pirmsplūdu laikmeta patriarhiem atbilst senās Šumēras pirmsplūdu laikmeta ķēniņi pēc t.s. "Šumēru ķēniņu saraksta". Tam ir vairāki varianti (skat. nākošo lappusi).

Atbilstības hipotētiskais pamatojums:

Ēnochs pēc Gen. 5:23 dzīvo 365 gadu, kas ir ļoti atšķirīgs gadu skaits no citiem patriarhiem, bez tam 365 gadi rada hipotēzes par saistību ar 365 dienu Saules ciklu, Saules gadu (seno ebreju un seno babiloniešu Mēness kalendārā bija 12 vai 13 mēneši ar mainīgu dienu skaitu 354 vai 383, vidēji tuvu 365). Arī Ēnocha dati atšķiras no citu patriarhu datiem: "Tā kā Ēnochs vadīja savas gaitas ar Dievu, tad viņa pēkšņi vairs nebija, jo Dievs viņu bija ņēmis pie sevis." (Gen. 5:24) – t.i. dzīvu uzņēmis debesīs. Bez tam ar Ēnocha brīnumdarbiem ir saistīta virkne apokrifu, par to ir zināmas norādes Jaunajā Derībā, Jūdās vēstulē 14. pantā ("Bet šiem arī Ēnochs, septītais pēc Adama ir sludinājis...", kam seko divi panti no šī apokrifa – "Ēnocha grāmatas"). Tātad ir iespējama kaut kāda Ēnocha saistība ar debesīm un Sauli.

Bībeles patriarhi un Šumēras ķēniņi pirmsplūdu laikmetā.

Genesis, 5.nod.	Ķēniņa (lugala) vārds	Pilsēta	Valdīšanas laiks			
			Galvenais saraksts	Galvenais saraksts / 360	Berrosa saraksts	Berrosa saraksts / 360
Adams (930g.)	Alu-lims	Eredu	28 800	80	36 000	100
Sets(912g.)	Ala-lgars	Eredu	36 000	100	10 800	30
Enošs (905g.)	En-me-lu-Anna	Badtibira	43 200	120	46 800	130
Kānaāns (910g.)	En-men-gal-Anna	Badtibira	28 800	80	64 800	180
Mahalaleēls (895g.)	Dumu-zi	Badtibira	36 000	100	36 000	100
Jareds (962g.)	En-sib-za-Anna	Laraka	28 800	80	36 000	100
Enochs (365g.)	En-men-dur-Anna	Sippara	21 000 (21 600)	(60)	64 800	180
Metuzāls (969g.) Lamechs (777g.) Noa (950g.)	Ubar-tutu, viņa dēls ir:  Ziusudra (šumēru) jeb Utnapištims (akādiešu)	Suruppaka	18 600 (18 000)	(50)	28 800	80
Kopā: (gadi):			241 200	670	324 000	900

(Skat. tabulu I.N.Hlopina grāmatas 133.lpp. (nr. 3 literatūras sarakstā)).

No otras puses septītais pirmsplūdu laikmeta "Ķēniņu saraksta" ķēniņš En-men-dur-Anna arī minēts kā ķēniņš – debesu noslēpumu glabātājs, cilvēks, kas ziņā, kas notiks, bez tam Sipparā – viņa pilsētā – bija spēcīgs Saules dieva Šamaša kults.

Ilgu laiku vēsturē valdīja tradīcija uzskatīt "pirmsplūdu" laikmeta ķēniņus, kā arī pirmos "pēcplūdu" laikmeta valdniekus Šumērā kā mitoloģiskas personas, kuru vārdi, bet īpaši stipri pārspilētie valdīšanas laiki ir tīrā fantāzija. Pakāpeniski uzskati mainījās, jo pat Akkadas Sargonu (valdījis 2334. – 2279. g.pr.Kr.), Urukas Gilgamešu (III gadu tūkstoša pirmā puse), Urukas Enmerkaru vērtēja kā mitoloģiskas

personas, bet tagad, pamatojoties uz izrakumu datiem, tiek atzīts to vēsturiskums.

Tāpēc arī pirmsplūdu laika Šumēras ķēniņu (šumēriski – lugali) vārdi varētu būt ticami, bet to valdīšanas gadus var dalīt ar 360, pieņemot, ka šo valdnieku valdīšanas gadi izteikti dienās (360 – apaļš skaitlis babiloniešu 60–nieku sistēmā, saistīts ar kalendāru:  $12 \times 30 = 360$ ). Tomēr arī tad dabū valdīšanas gadus ap 50 – 200 gadu robežās, kurus jau vieglāk var izskaidrot (vairāki valdnieki ar vienu un to pašu vārdu, pieņemot par “troņa vārdu” sava priekšteča vārdu).

## 5. Noa – reāla vēsturiska persona – šumēru Ziusudra?

Saskaņā ar šumēru ķēniņu sarakstu pirms plūdiem šuruppakā valdīja ķēniņš Ubartutu. Akādiešu “Gilgameša eposa” varonis Utnapištims izglābās no plūdiem pateicoties dievam Ea, viņa tēvu arī sauca par Ubartutu. Var pieņemt, ka te ir notikusi gadījuma sakrišana, bet ir zināms vēl viens ķēniņu saraksta variants ar šifru K-11624, kurā ir maza atšķirība – tajā teikts, ka Šuruppakā valdījuši divi ķēniņi – Ubartutu un viņa dēls Ziusudra (šumēriski). Ziusudra – tas ir tā paša eposa šumēru versijas varoņa vārds, kas izglābies šķirstā no plūdiem. Tātad ir pamats uzskatīt, ka runa ir par vienu un to pašu personu un ka abas eposa versijas ir cēlušās no viena pirmavota, kam pamatā ir reāli dzīvojušie ķēniņi un patiesi grandiozs notikums – “vispasaules plūdi”, kas īpaši spēcīgi izpaudās šumērā.

## 6. Grēku plūdu laika momenta aptuvens novērtējums.

1. Ķēniņu saraksts vēstī: “Plūdi noslaucīja visu. Pēc tam, kad plūdi noslaucīja visu, tikko kā ķēniņa vara nolaidās no debesīm, ķēniņa vara bija Kišā” – Kiša atrodas Šumēras ziemeļos, tātad šis vēstījums ir loģisks, jo ūdeņi atkāpās uz dienvidiem.
2. Pēc tam ķēniņu saraksts garās virknēs uzskaita Šumēras “pēcplūdu” laikmeta ķēniņus, kas ir apvienoti dinastijās un valdījuši jau 14 pilsētās. Zināms ir pēcplūdu Kišas ķēniņu saraksts – 4 dinastijas līdz pat 4–tās dinastijas otrajam ķēniņam Ūr-Zababa, pie kura sakaņā ar tradīciju par viņa dalītāju kalpoja Sargons, kas vēlāk bēg uz ziemeļiem, uz Akkadu un dibina jaunu dinastiju un kļūst par tās pirmo ķēniņu. Senais Sargons jeb Akkadas Sargons valda 56 gadus.
3. Sargona valdīšanas dati absolūtos skaitļos ir zināmi, pēc vienas sistēmas tie ir 2334. – 2279. gadi pr.Kr., bet pēc otras – 2371. – 2316. gadi pr.Kr.
4. Pēc arheoloģijas datiem plūdu laikmeta slāņi Kišā un citās Mesopotāmijas pilsētās tiek vērtēti uz aptuveni 3000–šajiem gadiem pr.Kr.
5. Tātad starp Kišas plūdu laikmeta izrakumu slāņiem un Sargona valdīšanas sākumu (2334. vai 2371. gadā pr.Kr.) pagājis ap 700 gadu.
6. Izmanto Kišas ķēniņu 4 dinastiju valdīšanas laikus un to pašu “hronoloģijas triku”, ko “pirmsplūdu” laikmeta ķēniņiem (skat. zemāk).

Senajā Mesopotāmijā izmantoja arī sekojošu laika skaitīšanas sistēmu:  
1 gads = 360 dienas = 60 (6 dienu) nedēļas = 30 (12 dienu) divnedēļu intervāli = 12 (30 dienu) mēneši.

1 reālais gads = 360 “gadi” (“gads”=1 diena) = 60 “gadi” (“gads”=6 dienu nedēļa) = 30 “gadi” (“gads” 12 dienu divnedēļu intervāls) = 12 “gadi” (“gads”=30 dienu mēnesis).

Dala ķēniņu sarakstā uzdotos veldīšanas laikus ar 360, 60, 30, 12 un meklē, lai valdīšanas gadu summā būtu ap 700 gadu. Tad Kišas "pēcplūdu" laikmetu dinastijām iznāk:

1. dinastijā (1 "gads" = 2 ned. = 12 dienas)  $\times 1/30$  un 1. dinastijas 23 ķēniņi valda ap 640 gadu;

2. un 3. dinastijā (1 "gads" = 1 mēn. = 30 dienas)  $\times 1/12$ , tad 2. dinastijas ķēniņi valda ap 160 gadu un 3. dinastijas ķēniņi valda ap 8 gadi;

4. dinastijā (1 "gads" = 1 reālais gads)  $\times 1$  un 4. dinastijas ķēniņi valda ap 40 gadu.

Kopā:  $640+160+8+40=848$  gadi.

Tad plūdu laiks:

1. ja Sargona valdīšanas sākums 2334. gadā pr.Kr. –  $2334+848=3182$  g. pr.Kr.;

2. ja Sargona valdīšanas sākums 2371. gadā pr.Kr. –  $2371+848=3219$  g. pr.Kr.

Grēku plūdu vēsturiski (pēc ķēniņu saraksta) novērtētais laiks – 3182. vai 3219. gads pr.Kr. ir visai tuvs Bībeles datiem, pieņemot Bībeles hronoloģijas fundamentālo interpretāciju.

Bībeles hronoloģijas fundamentālā interpretācija – par atskaites punktu pieņemot, ka Sālamana tempļa celtniecība sākās 967. gadā pr.Kr. un Israēla iziešana no Ēģiptes notika 480 gadus pirms šī notikuma (1. Ķēniņu grām. 6:1) – tad plūdi bija 2520. – 2519. g. pr.Kr. (Masoretiskais teksts) vai 3400. – 3399. g. pr.Kr. (Septuaginta). Tad grēku plūdu "vēsturiskais" laiks ir tuvāks Septuagintas varsijai, starpība ar to ir  $3399-3182=217$  gadi vai  $3399-3219=180$  gadi.

## 7. Objektīvie arheoloģijas dati par vispaules plūdiem.

Vispasaules plūdu arheoloģiskos pierādījumus pirmoreiz 1929. gadā atklāja angļu arheologs Leonard Vūlijs, kurš izrakumos Mukaijaras uzkalnā atklāja seno šumēru pilsētu Ūru – bībelisko "Kaldeju Ūru". Savā grāmatā "Kaldeju Ūra" viņš apraksta plūdu liecinieka – 2.5 – 3 m bieza tīras zemes slāņa (citur dūņu un duļķu slāņa) atklāšanu, zem kura atkal tika atklātas cilvēka darbības pēdas. Lai rastos šāds dūņu un duļķu slānis ūdenim ilgu laiku vajadzēja sniegties gandrīz 8 metru augstumā! Vēlāk tādas pat plūdu pēdas atklāja citu senās Mesopotāmijas pilsētu, Kišas, Šuruppakas, Urukas un Lagašas kultūras slāņos. Kļuva arī skaidrs, ka arheoloģijas dati liecina par diviem dažādiem plūdu notikumiem:

- Pirmie plūdi, kas aptvēra tikai Persijas līča piekrastes pilsētas, tai skaitā Ūru, ko atklāja L.Vūlijs, norisinājās starp 4000. – 3500. gadu pr.Kr.;
- Otrie, daudz plašākie plūdi, kas aptvēra visu Šumēru, norisinājās ap 3000. gadu pr.Kr. Dīvainā kārtā šo plūdu pēdas nav atrastas Ūrā, tur situācija vēl jānoskaidro. Liekas, ka tieši šis notikums ir Genesis aprakstīto grēku plūdu pamatā. šī notikuma vecumu zinātnieki vērtē dažādi – A.Parro ap 2800. gadu pr.Kr., M.Mellonens – ap 2900. gadu pr.Kr. (pēc plūdu slāņu izrakumiem). Ap šo laiku pēc Roberta Uaitlova (R.Whitelaw) datiem, kurš izmantoja ap 10 000 radiooglekļa datu par dzīvnieku, koku un cilvēka kultūru paraugiem, ir vērojams liels dzīvnieku un augu skaita kritums (skat. Gen. 6:17).

## 8. Noa pēcteči un cilvēces lielā dališanās.

Genesis 10. un 11. nodaļas ataino Vecās Derības laikmeta Tuvo un Vidējo Austrumu etniski – valstisko struktūru, dažus vēsturiskus (un pat vēl senākus) notikumus. Noas pēcteči – tie ir attiecīgo tautu, etnisko grupu, valstu, pilsētvalstu eponimiskie senči un ciltstēvi. Noas dēli:

Sems – “visas ebrēju cilts tēvs”, semītu (ebrēju, asīriešu, aramiešu, arābu) sencis;

Chams (Hams) – hamītu (seno ēģiptiešu, koptu, berberu, amhariešu (Etiopijā)) ciltstēvs;

Jafets – jafetīdu (indoeiropiešu: seno grieķu, lidiešu, midiešu, frīgiešu, skitu u.c.) sencis.

Noas dēli aptuveni atbilst iedalījumam 3 lielajās valodu saimēs: semītu, hamītu un indoeiropiešu. Jafets – grieķu mitoloģijā titāns Japets, Prometeja tēvs (“Teogonijā”). Viņa dēlu iespējamā atbilstība:

1. Gomers – (**nejaukt ar Homēru!**) – seno asīriešu “gimmirai”, latinizēti “kimmerieši” – sena cilts Melnās jūras ziemeļos (Krima – izkropļota “Kimmerija”!), 7. gs.pr.Kr. iebruka Mazāzijā;
2. Magogs – “Goga zeme”, Līdija (685. – 546. g. pr.Kr.) – lidiešu valsts Mazāzijas rietumos. Pirmais lidiešu ķēniņš bija Gogs (gr. Gīgs) (valdīja 685. – 652. g. pr.Kr.), kas krita tajā kaujā ar kimmeriešiem;
3. Madajs – Midijas valsts (727. – 550. g. pr.Kr.) eponīms. Tā atradās austrumos no Asīrijas un pēdējā to iekaroja.
4. Javans – Jons, Jonijas jūras salu un Mazāzijas piekrastes grieķu eponimiskais sencis;
5. Tubals – Herodota aprakstīto “tibarenoju” cilts (Melnās jūras dienvidaustrumos) eponīms;
6. Mešechs – frīgiešu eponīms, kuri valdīja Mazāzijā pirms kimmeriešu iebrukuma un pirms lidiešiem. Frīgiešu ķēniņš – legendārais Mita (gr. Midass, 721. – 705. vai 738. – 696. g. pr.Kr.);
7. Tirass – grieķu “tirsenoji”, cilts, kas no Mazāzijas migrēja uz Itāliju (varbūt etruski?).

Arī tālākie Jafeta pēcteči, piemēram, Aškanass (skiti), Elisa (Kipras grieķi), Taršišs (Tarsusa – grieķu pilsēta Mazāzijā), Kittims (latviešu tekstā “kitieši” – Kitionas (pilsēta Kipras dienvidos) iedzīvotāji), Dodanims (latviešu tekstā “dodajieši” – Rodosas salas vai Dardanijas (Trojas apgabals) eponīms) ir vispārināti indoeiropiešu tautu, cilšu senči un pilsētu, valstu dibinātāji.

Hama dēli:

1. Kušs – Nūbijas (zeme dienvidos no Ēģiptes) eponīms;
2. Mizraims – ebrējiskais Ēģiptes nosaukums, visur citur Bibelē lieto no grieķu val. nākušo “Ēģipti”. Varenās Senās Ēģiptes (ap 3000. – 31. g. pr.Kr.) saistība ar Hama otro dēlu, iespējams, atspoguļo faktu, ka 715. – 656. g. pr.Kr. Ēģipte atradās zem Nūbijas virskundzības;
3. Puts – grieķu “libieši”, tautas uz rietumiem no Ēģiptes, tagadējā Lībijā;
4. Kānaāns – kānaāniešu eponīms, zeme un tauta, ko iekaroja senie ebreji.

Citu vēsturisku notikumu atbalsojums.

Nimrods – “bija varonīgs mednieks tā Kunga priekšā” (Gen. 10:9) – iespējams Asīrijas ķēniņš–iekarotājs Tukulti – Ninurta I (valdījis 1244. – 1208. g. pr.Kr.), grieķiski Nins (Ninus). Tālāk minētās Babilonijas (grieķu Babilona), Arakas (Uruka), Akadas pilsētas Sineāras (šumēras) zemē – reālas vēsturiskas vietas, tāpat arī Asura, Ninive, Kalne (Kalaha – 30 km

no Ninives) Asīrijā. Zem jautājuma (nepareiza teksta interpretācija?) – Kalnes (Sineārā), Rechobotas, Resenes pilsētas.

šema dēli – semītu tautu un valstu eponīmi:

- 1.Ēlams – Ēlamas valsts (ap 2500. – 644. g.pr.Kr.) Persijas līča ziemeļos, cīnījās par iespaidu Divupē (Mesopotāmijā);
- 2.Asurs – Asīrijas (ap >2000. – 609. g. pr.Kr.) eponīms.
- 3.Arpachsads – ?;
- 4.Luds – ?;
- 5.Arams – arameju (aramejiešu) cilts eponīms. Tie ieradās no Arābijas pussalas ziemeļiem ap 1100. gadu pr.Kr. un veidoja valsti uz ziemeļiem no Kānaānas, tagadējā Sirijā. Arama 4 dēli, (Ūcs, Chūls, Gēters, Mašs) – iespējams, ir 4 aramejiešu dzimtu eponīmi.

Ar Arpachsāda pēcnācējiem saistās vēsturisko Israēla cilšu sākums.

**Arpachsads – Sela (Šelachs) – Ēbers – Pelegs – Reu – Serugs – Nahors – Tera – Abrahāms.** (skat. Gen. 10:24–32 un 11:10–32).

1934. gadā franču arheologs Andrē Paro starp Mosulu un Damasku Telhariri pakalnā atrada Mari galvaspilsētas drupas ar ķēniņa arhīvu – 33 600 ķīļraksta plāksnītēm. Atšifrējot Mari valsts hronikas, ierēdņu ziņojumus un saraksti atklājās kaut kas pārsteidzošs. Dokumentos minēto Peligas, Sarugi, Nahuras un Turas pilsētu nosaukumi apbrīnojamā kārtā atgādina Pelega, Seruga, Nahora un Teras vārdus. Turklāt šajos dokumentos vēl pieminētas Abam–rama, Jakob–ela un pat Benjamina ciltis, kuras parādījušās robežu tuvumā un nedod miera Mari valsts iedzīvotājiem. Nevarēja būt šaubu, ka šie cilšu nosaukumi saistīti ar Abrahāmu, viņa mazdēlu Jēkabu un Jēkaba jaunāko dēlu Benjamīnu, bet pārējo Bībeles patriarhu – Pelega, Seruga, Nahora un Teras vārdi ir saistīti ar viņu dzimtu (cilšu) nodibināto vai iekaroto pilsētu nosaukumiem. Nahora sievastēvam Chāranam (Hāranam) savukārt atbilst Hāranas pilsēta, kur Tēra ar savu cilti apstājās ceļā no Kaldeju Ūras uz Kānaāna zemi, kuras drupas Turcijas dienvidos, pie Eifratas pietekas Nārbali 1957.gadā atklāja angļu arheologs Deivids Storms Raiss. Tā Bībeles Vecās Deribas sākumi pāriet “pierādītajā” vēsturē.

## 9. Bābeles tornis – visu valodu izcelšanās no vienas pirmvalodas?

1. Bābeles tornis – reāls arhitektūras piemineklis.

Bābeles nosaukuma izcelsmei ir divas versijas (varbūt pastāv abas kopā?):

- a) “...Tāpēc tās vietas vārds tiek saukts Bābele” (Gen.11:9) – no senebrēju vārda “balal” – sajaukt, samaisīt.
- b) no vietējā babiloniešu nosaukuma “Bab–ilu” – “Dieva vārti”.

Viss Bābeles augstākā dieva Marduka tempļa komplekss (ap 400×400m) saucās par Esagilu (šumēru “Galvas pacelšanas pils (māja)”), tā vidū atradās pats “Bābeles tornis” – Etemenanki (šumēru “Debess un zemes pamatu pils (māja)”) zikkurāts (šumēru – babiloniešu nosaukums pakāpienveidīgam (terases tipa) tornim, kura virsotnē atradās templis). Tā pamata laukums bija 91.5 × 91.5 m, tam pavisam bija 7 pakāpes jeb stāvi (pēc Hērodota) un kopīgais augstums arī 91.5m ar Marduka templi virsotnē.

Pirmie “Bābeles torņa” arheoloģiskie izrakumi tika veikti 1899. gadā vācu arheologa Roberta Koldveja (1855. – 1925.) vadībā. 8 mēnešu ilgajos izrakumos tika atklātas Esagilas drupas, pēc tam 1908. – 1910. gados un

1913.gadā tika atklātas un pētītas paša "Bābeles torņa" paliekas. R. Koldvejs turpināja savu darbu Irakā līdz 1917. gadam, viņam palīdzēja un viņa darbu turpināja Fridrihs Vetcels, bet galvenā zinātniskā publikācija par viņu darbu kopā ar citu zinātnieku līdzdalību iznāca tikai 1938. gadā. Pēc kara jaunus rezultātus par "Bābeles torni" ieguva Vācu arheoloģijas institūta (BRD) ekspedīcija 1962. gadā Hansjorga Šmidta vadībā.

Mūsdienu dati par "Bābeles torņa" celtniecības vēsturi un izskatu.

"Bābeles torņa" celtniecības sākuma periods ir nezināms, ir tikai hipotēzes, ka tā varētu būt sākusies jau Vecbabilonijas laikā, pirmoreiz Esagila ir minēta ķēniņa Sumnabuma (1894. – 1881. g. pr.Kr.) laikā (pēc citiem datiem tā minēta ap 1770. g. pr.Kr.), bet par Etemenanki zikkurātu tur runāts netiek. Pirmoreiz īsi tas ir pieminēts poēmā par dievu Erra (mēra slimības dievs), kas pierakstīta 765. – 763. g. pr.Kr. Ir ķīļrakstu pētnieka V. fon Zodena hipotēze, ka "Bābeles torni" ir sācis celt ķēniņš Nebukadnēcars I (1126. – 1105. vai 1123. – 1101. g. pr.Kr.) Arī babiloniešu poēmā-mītā par pasaules radīšanu "Enuma eliš" (pierakstīta ap 1000. gadu pr.Kr.) ir runa par Esagila celtniecību, bet Etemenanki zikkurāts netiek pieminēts.

Pirmās ticamās ziņas par "Bābeles torni" ir no asīriešu virskundzības laikiem. Pirmā tiešā vēstures liecība, kur runā par "tempļa torņa nojaukšanu un iemešanu Arahtu kanālā" ir asīriešu ķēniņa Sinahheriba (704. – 681. g. pr.Kr.) uzvaras uzraksts, kurš ieņēma un gandrīz pilnīgi izpostīja Bābeli 689. gadā pr.Kr. šajā visai detalizētajā un emocionālajā postījumā aprakstā ir arī vārdi: "... Es veicu daudz pilnīgāku sagraušanu nekā plūdu laikā." Viņa dēls ķēniņš Asarhaddons (680. – 669. g. pr.Kr.) savukārt attīstīja pilnīgi preteju politiku – atjaunoja Esagilu un Etemenanki zikkurātu, šo darbu turpināja arī viņa dēls Aššurbanapals (668. – 626. g. pr.Kr.), bet par šo darbu pilnīgu pabeigšanu ziņu trūkst.

Jaunbabilonijas valsts laikā (626. – 539. g. pr.Kr.) ar Etemenanki zikkurāta atjaunošanu un celtniecību ļoti rūpīgi nodarbojās ķēniņi Nabopalasars (626. – 605. g. pr.Kr.) un viņa dēls Nebukadnēcars II (605. – 562. g. pr.Kr.). Viņu laikā tas sasniedza savu optimālo stāvokli (par ko liecina daudzi uzraksti), kas pastāvēja līdz 539. gadam pr.Kr., kad Bābeli ieņēma Persija. Pirmie postījumi Bābelē saistīti ar 520. gadu pr. Kr., kad persieši apspieda babiloniešu sacelšanos, bet laikā, kad grieķu vēsturnieks Hērodots (dz. 484. g. pr.Kr.) ap 460. gadu pr.Kr. apmeklēja Bābeli tā sāka jau zaudēt savu spožumu (viņš atstājis sīku Bābeles pilsētas un torņa aprakstu).

Pēdējo reizi "Bābeles torņa" atjaunošanas darbi tika uzsākti ķēniņa Aleksandra Lielā laikā 323. gadā pr.Kr., bet pēc viņa nāves drīz vien ap 1. gs. pēc Kr. Bābele pārvērtās drupās...

"Bābeles torņa" izskats un celtniecības apjomi pēc mūsdienu datiem (rekonstrukcija). Vissīkākie dati par "Bābeles torņa" izmēriem ir doti t.s. "Plāksnītē par Esagilu", kas sastādīta 299. g. pr.Kr., atrasta Urukā, publicēta 1876. gadā, tad pazaudēta, atkal atrasta un kopš 1913. gada glabājas Luvrā. Bābeles torņa izmēri:

"Bābeles torņa" stāvi	Izmēri "gar" vienībās: 1 "gar" = 6.1m			Izmēri metros		
	Pakāpes pamats	Pakāpes augstums	Augstums virs zemes	Pakāpes pamats	Pakāpes augstums	Augstums virs zemes
1. stāvs	15 × 15	5.5	5.5	91.5 × 91.5	33.55	33.55
2. stāvs	13 × 13	3	8.5	79.3 × 79.3	18.30	51.85
3. stāvs	10 × 10	1	9.5	61 × 61	6.1	57.95
4. stāvs	8.5 × 8.5	1	10.5	51.85 × 51.85	6.1	64.05
5. stāvs	7 × 7	1	11.5	42.7 × 42.7	6.1	70.15
6. stāvs	5.5 × 5.5	1	12.5	33.55 × 33.55	6.1	76.25
7. stāvs	4 × 3.75	2.5	15	24.40 × 22.875	15.25	91.5

“Bābeles torņa” kopīgais augstums – 15 “gar” vienības = 91.5 metri.  
 H. Šmidta (1962. gada vācu ekspedīcija) aprēķini par celtniecību – nepieciešams ap 100 apdedzinātu ķieģeļu uz 1m<sup>3</sup>. Pie torņa sienu biezuma 18 m, lai to uzbūvētu 15 m augstumā nepieciešams ap 10 miljoni ķieģeļu, kas liecina, ka kādā apokrīfā minētie 40 būves gadi ir visai ticami.

## 2. Visu valodu izcelšanās no vienas pirmvalodas?

Salīdzināmās valodniecības priekšmets. Apskatām vienkāršu piemēru:

	vācu val.	holandiešu val.	zviedru val.	angļu val.	dāņu val.	ģermāņu pirmvaloda
roka	hand	hand	hand	hand	haand	handus

Lai izskaidrotu tādu pārsteidzošu vārda “roka” sakritību 5 valodās var izvirzīt 3 hipotēzes:

- 1) tā ir vienkārši gadījuma sakrišana;
- 2) šo vārdu viena valoda ir aizguvusi no otras;
- 3) visām minētajām valodām ir kopīga izcelšanās.

Gadījuma sakrišana attiecībā uz tik daudzām (piecām) valodām matemātiski ir ļoti mazvarbūtīga, vēl jo vairāk tāpēc, ka šajās valodās ir sastopami daudzi citi sakrītoši vai līdzīgi vārdi. Jāizslēdz ir arī hipotēze par aizgūšanu, jo “roka” ir elementārs pamatfonda (bāzes) vārds jebkurā valodā. Tātad paliek tikai trešā hipotēze par šī vārda kopīgo sakni jeb par to, ka dotais vārds ir cēlies no tās vienotās valodas vārda, kurā ļaudis runāja tālā senatnē – pirmvalodā. Mūsu konkrētā gadījumā runa iet par proģermāņu valodu (ģermāņu pirmvalodu), kuru, lai gan tā jau sen ir izzudusi, tomēr var rekonstruēt (“roka” šai valodā “handus”). Ar valodu radniecības un izcelšanās problēmu pētīšanu, pirmvalodu rekonstrukciju nodarbojas salīdzinošā valodniecība (komparatīvistika) – visprecīzākā humanitārā zinātne, kuras metodes un sasniegumi ir tuvi eksakto zinātņu sasniegumiem.

Valodu saimes – tās ir lielas radniecīgo valodu grupas, kurās valodas tiek apvienotas pēc salīdzinošās valodniecības likumiem. Vislabāk izpētīta līdz šim ir indoeiropiešu valodu saime, kuru sāka pētīt jau XVIII – XIX gs. mijā, to pētot arī pati salīdzinošā valodniecība izveidojās par precīzu zinātņi. Savukārt valodu saimes iekšienē vēl tuvāk radnieciskas valodas veido atzarus, piemēram, pie indoeiropiešu valodām pieder baltu valodu atzars, kuram pieskaita lietuviešu, latviešu un senprūšu (izmirusi) valodas. Indoeiropiešu valodu saime aptver kā dzīvo (indoāriešu, irāņu, grieķu, armēņu, albāņu, slāvu, baltu, romāņu, ķeltu, ģermāņu u.c.) tā arī tagad izmirušo (Anatolijas (hetu, luviešu), tohāru, trāķiešu u.c.) valodu atzarus un atsevišķas valodas. Bez indoeiropiešu valodu saimes vēl ir pazīstamas, piemēram, semītu un hamītu valodu saimes. Tās tagad apvieno vienā semītu – hamītu jeb afroāzijas saimē, pazīstamas arī urāliešu, sino – tibetiešu u.c. saimes.

Valodu supersaimes – vairāku radniecisku saimju apvienojums. Pašlaik tādas ir divas:

- a) Nostratisko valodu supersaime. Jau XX. gs. sākumā tika izteikti uzskati par vairāku lielo Vecās Pasaules valodu saimju radniecību un H. Pedersens to apzīmēšanai ieviesa terminu “nostratiskās (no latīņu “noster” – mūsu) valodas”. Bet par zinātņi nostratiskā valodniecība kļuva tikai pēc 1963. gada, pateicoties Maskavas zinātnieku V. Iljiča–Svitiča (Владислав Маркович Иллич-Свитиц, 1934.–1966.g.) un A. Dolgopolska (Арон Борисович Долгопольский, tagad Izraēlā) darbiem. Viņi pierādīja sešu lielo Vecās Pasaules valodu saimju:

1. semītu – hamītu (afroāziešu);
2. indoeiropiešu;

- 3.kartveļu (gruzīnu val.);
- 4.urāliešu (somu-ugru un samojeļu);
- 5.altajiešu (tjurku – mongoļu, tungusu – mančūru, japāņu – korejiešu);
- 6.dravidu (Centrāl- un Dienvidindijas),

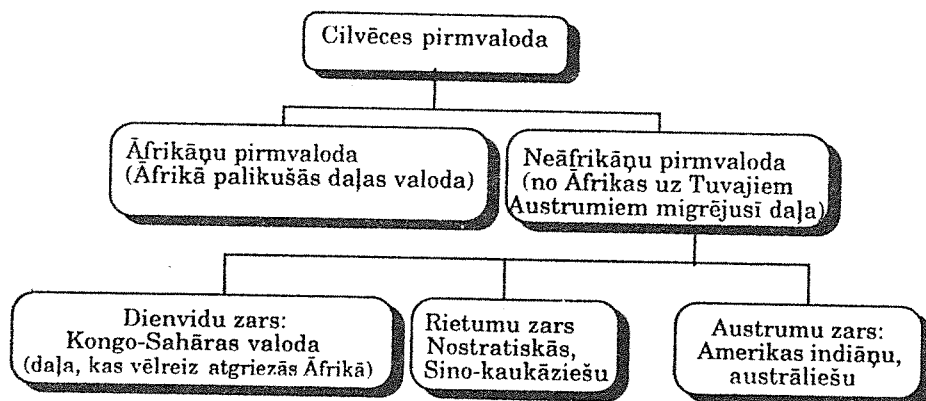
radniecību. Tās visas tagad pieder pie nostratisko valodu supersaimes.

b) Sino – kaukāziešu jeb dene – kaukāziešu valodu supersaime iegāja zinātnē 80. gados pateicoties Maskavas valodnieku grupas (С.А. Старостин, С.Л. Николаев) darbiem. Tā apvieno 4 valodu saimes, kas ģeogrāfiski izvietotas visai tālu:

1. ziemeļkaukāziešu, kurā ietilpst rietumkaukāziešu (abhāziešu – adigejiešu) un austrumkaukāziešu (nahu – dagestāniešu) valodu grupas;
2. sino – tibetiešu (ķīniešu un tibetiešu valodas);
3. jeņisejiešu (Sibīrijā);
4. na – dene valodas (viena no indiāņu valodu saimēm Kalifornijā, ASV!).

Cilvēces pirmvaloda – valodu supersaimju apvienošana!

Ar šādu fantastisku ideju nodarbojas uz ASV emigrējušais Maskavas profesors Vitālijs Ševoroškins (В.В. Шеворошкин) Mičiganas universitātē Ann – Arborā. Viņa veidotā cilvēces pirmvalodas dalīšanās shēma balstās uz *Homo sapiens* pirmdzimteni Āfrikā, cilvēces daļas migrāciju no Āfrikas (apmēram 100 000 gadu atpakaļ) un daļai no “emigrantiem” vēlreiz atgriežoties Āfrikā.



**“Visai pasaulei toreiz bija viena mēle un vienāda valoda.”**

**(Gen. 11:1)**



## XXIV. Matemātikas fundamentālie sasniegumi un zinātnes iespēju robežas.

1. Kas ir matemātika?
2. Aksiomātiskā metode Eiklīda ģeometrijā.
3. Neeiklīda ģeometrijas.
4. Matemātiskās kopu teorijas pamati.
5. Potenciālā un aktuālā bezgalība.
6. Dažas darbības ar aktuāli bezgalīgām kopām.
7. Skaitļu ass.
8. Kontinuumu jēdziens.
9. Kontinuumu hipotēze.
10. Kantora aktuāli bezgalīgo kopu teorijas pretrunas un paradoksi.
11. Loģiskie paradoksi.
12. Hilberta programma matemātikā.
13. Formālo matemātisko teoriju raksturs.
14. Formālais un intuitīvais moments matemātikā, to attīstība.
15. Kopu teorijas "attīrīšana" no paradoksiem, visas matemātikas formalizācija.
16. Gēdela teorēma.
17. P. Koena atrisinājums kontinuumu hipotēzei.

### Literatūra.

1. М.Клайн. Утрата определённости. Москва. 1984. (no angļu val.: M.Kline. The Loss of Certainty. N.Y. 1980).
2. К.М. Подниекс. Вокруг теоремы Геделя. Рига, "Зинатне", 1992.г.

## 1. Kas ir matemātika?

Matemātika (gr. "mathēmatikē" no "mathēma" – zināšanas, zinātne) – zinātne par pasaules kvantitatīvajām (daudzuma) attiecībām un telpiskajām formām (sakarībām).

Matemātika – dabas zinātņu valoda, kuras pielietošana ir atkarīga no divām tendencēm izziņā:

1. pētāmo parādību formas izdalīšana uz apkārtējo parādību fona un šīs formas analīze loģiskā ceļā (fizikālajās nozarēs);
2. to momentu atklāšana, kas neiekļaujas esošajās formās, pāreja uz jaunām formām, kas ir "lokanākas" un pilnīgāk aptver parādības (bioloģiskās, humanitārās zinātnes).

Ja pārsvarā realizējas pirmā tendence un ja pētāmo parādību samērā vienkāršas un stabilas formas aptver šīs parādības ar lielu precizitāti un pilnīgumu un ja šo fiksēto, izdalīto formu robežās rodas pietiekami grūtas un sarežģītas problēmas, kas, lai tās atrisinātu, prasa speciālu matemātisku izpēti ar speciāla simboliska pieraksta un speciāla algoritma (atrisināšanas priekšraksta) radīšanu, tad šajā nozarē valdošā ir matemātiskā metode.

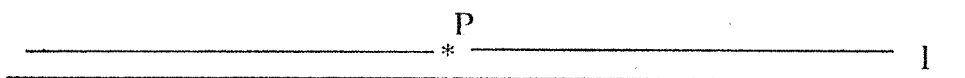
## 2. Aksiomātiskā metode Eiklīda ģeometrijā.

Eiklīds (ap 340. – 287.g.pr.K.) strādāja Aleksandrijā. Viņš savā darbā "Pamati" balstās uz aksiomātiskās metodes. "Pamatu" pirmajā grāmatā sākumā ir dotas 23 ģeometrisko lielumu definīcijas, piemēram:

1. punkts ir tas, kam nav daļu;
2. līnija ir garums bez platuma;
3. taisne ir tāda līnija, kas vienādi novietota pret visiem saviem punktiem.

Tām seko pieci Eiklīda postulāti (faktiski aksiomas):

1. no jebkura punkta līdz jebkuram punktam var novilkt taisni;
2. ierobežotu taisni (taisnes nogriezni) var bezgalīgi turpināt pa taisni;
3. no jebkura centra ar jebkuru atvērzienu var aprakstīt riņķi;
4. visi taisnie leņķi ir vienādi savā starpā.
5. piektais postulāts (modernākā 1795.gada formulējumā):



**Eksistē viena un tikai viena taisne, kas iet caur doto punktu P, kas atrodas ārpus taisnes l plaknē, kuru uzdod punkts P un taisne l, un kas nekrustojas ar taisni l.**

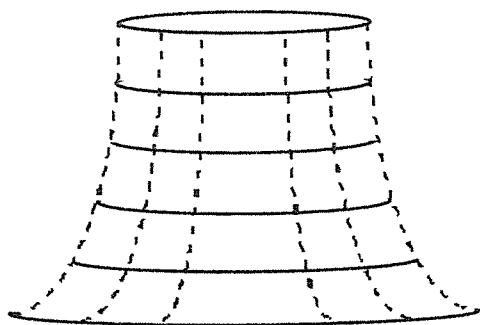
Mēģinājumi izvest vai pierādīt Eiklīda piekto postulātu turpinājās līdz pat XIX gadsimtam – līdz neeiklīda ģeometriju atklāšanai.

### 3. Neeiklīda ģeometrijas.

Neeiklīda ģeometriju pamatā ir Eiklīda piektā postulāta iespējamās alternatīvas. Pie tām nonāca vairāki XIX. gs. matemātiķi – ap 1813.gadu K.F.Gauss (1777. – 1855.), 1829. – 1831.g. N.Lobačevskis (1792. – 1856.), 1831. – 1832.g. J.Bojai (1802. – 1860.).

1) Lobačevska ģeometrijā piektais postulāts:

**Caur punktu, kas neatrodas uz dotās taisnes iet vismaz divas taisnes, kas atrodas ar doto taisni vienā plaknē un to nekrusto.**



Tas nozīmē, ka caur doto punktu var novilkt 2, 3, ...,  $\infty$  – bezgalīgi daudz taisņu, kas paralēlas dotajai taisnei.

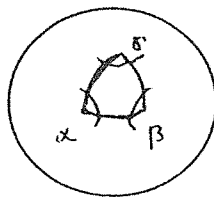
Tāda veida ģeometriju var interpretēt kā ģeometriju uz pseidosfēras – pastāvīga negatīva liekuma virsmas. Tai atbilst “vaļējā” Visuma modelis. šajā ģeometrijā trijstūra iekšējo leņķu summa:



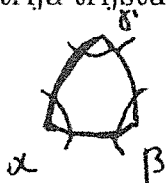
$$\alpha + \beta + \gamma < 180^\circ.$$

Rīmana ģeometrijā (G.F.B.Rīmans (1826. – 1866.)) – piektais postulāts (1854.gads):

Jebkuras divas taisnes, kas atrodas vienā plaknē, krustojas vienā punktā (t.i. caur dotu punktu nevar novilkt nevienu taisni paralēlu dotajai).



Tāda veida ģeometrijai ir analogija ar ģeometriju uz parastās sfēras virsmas – pozitīva liekuma virsmas. Tai atbilst “slēgtā” Visuma modelis. Šajā ģeometrijā trijstūra iekšējo leņķu summa ir:



$$\alpha + \beta + \gamma > 180^\circ$$

#### 4. Matemātiskās kopu teorijas pamati.

To izveidoja Georgs Kantors (1845. – 1918.) XIX.gs. beigās. Kopa – nedefinējams pamatjēdziens. Kopa sastāv no kopas elementiem.

Piemēram, grāmatas bibliotēkā, punkti, kas pieder kādai linijai. Definējot noteiktu kopu, ir nepieciešams uzrādīt tādu īpašību, kas piemīt visiem šīs kopas elementiem un tikai tiem (kopas elementus raksturojošā īpašība).

Simbolisks pieraksts:  $x \in M$  (elements  $x$  pieder kopai  $M$ ).

Tukša kopa. Tukša kopa ir kopa, kurā nav neviena elementa.

Apakškopa. Ja katrs kopas  $A$  elements tai pašā laikā ir arī kopas  $B$  elements, ko pieraksta  $A \subset B$ , tad saka, ka  $A$  ir kopas  $B$  apakškopa.

Tātad:

- 1) tukša kopa ir jebkuras kopas apakškopa;
- 2) kopas  $B$  apakškopa ir arī pati kopa  $B$ .

Ja kopas  $B$  apakškopa  $A$ :

- 1) nav tukša;
- 2) nesakrīt ar pašu kopu  $B$ ,

tad  $A$  sauc par kopas  $B$  īpašo apakškopu.

Kopu salīdzināšana savā starpā.

Galīgām kopām – ja katram kopas  $A$  elementam  $a \in A$  pēc kāda likuma piekārtots kāds noteikts kopas  $B$  elements  $b \in B$ , tad saka, ka starp kopām  $A$  un  $B$  ir definēta savstarpēji viennozīmīga atbilstība.

Kopas apjoms jeb kardinālais skaitlis. Galīgām kopām tas ir kopas elementu skaits.

Bet kā “atšķirt” bezgalīgās kopas? Kā salīdzināt bezgalīgās kopas savā starpā?

#### 5. Potenciālā un aktuālā bezgalība.

Jau no Aristoteļa (384. – 322. g.pr.Kr.) laikiem matemātiķi saprata starpību:

1. Potenciālā bezgalība – tā, piemēram, ir naturālo skaitļu virkne  $n=1,2,3, \dots$  katrā dotajā momentā (tā veidojas pa elementiem);

genealoģiju pa mātes līniju, tad Y hromosomas DNS dod iespēju izsekot mūsu iedzimtībai pa tēva līniju.

Franču pētnieks Žerārs Ljukots (Gerard Lucotte) izpētīja lielu skaitu Y hromosomu paraugu, kuras glabājās Parīzē Pastēra institūtā, Dr. Žana Žeisenbaka izveidotajā "hromosomu bankā" no visas pasaules cilvēku populācijām. Viņa pirmais uzdevums bija izdalīt šo Y hromosomu DNS t.s. polimorfos iecirkņus, kuri var atšķirties dažādiem cilvēkiem. Tas ir saistīts ar to, ka šie polimorfie iecirkņi nekodē un nevada olbaltumvielu sintēzi – tie ir it kā "lieks balasts", kas pakļaujas tikai gadījuma mutācijām, jo viņiem nav organismam būtisku funkciju. Tāpēc šie Y hromosomu polimorfie iecirkņi nepakļaujas dabiskās izlases stingrajam mehānismam, kas "aizliedz" mutācijas organismam svarīgos DNS iecirkņos.

šos Y hromosomas polimorfos iecirkņus tad arī Ž.Ljukots izmantoja kā molekulāro pulksteni. Ar matemātiska modeļa palīdzību, kuru izstrādājis Parīzes universitātes biomatemātisko un biostatistisko pētījumu laboratorijas profesors Seržs Azū, Ž.Ljukots izdalīja no Y hromosomu DNS polimorfajiem iecirkņiem tās gēnu kombinācijas, no kurām ar secīgu mutāciju palīdzību varēja rasties visas pārējās gēnu kombinācijas. Tāds DNS iecirknis, kas pazīstams ar nosaukumu H-VIII, ļoti bieži ir sastopams pie aka cilts pigmejiem, kas dzīvo Centrālāfrikas Republikas dienvidos.

Tātad prof. Ž. Ljukota secinājums pašlaik ir, ka:

**Pirmais cilvēks ("molekulārais Ādams" – kas visai cilvēcei devis sākotnējo vīriešu dzimuma Y-hromosomu) – dzīvojis ap 200 000 gadu atpakaļ tur, kur tagad atrodas Centrālāfrikas Republika. Varbūtīgā vieta, kur parādījās šis Ādams, atrodas šis valsts dienvidrietumu stūrī, dažus simtus kvadrātkilometru lielā trijstūrī starp Ubangi, Sanga un Lobae upēm, kas austrumos robežojas ar Zairu, bet rietumos ar Kamerūnu un Kongo. Ādams acīmredzot bija pigmejs (no gr. val. "pygmaios" – "elkoņa augstumā") un tā vistuvākie radnieki, iespējams, ir šai apgabalā dzīvojošie aka cilts pigmeji, kuru vidējais augums ir mazāks par 1.5 m.**

ziņas par šo atklājumu sniegtas, piemēram, žurnālā "Science", vol 251, n 4992 (25. January 1991), p.378–380.

Profesors Ž.Ljukots uzskata, ka īpaši nozīmīgs ir fakts, ka pigmejiem, pirmajiem zināmajiem Āfrikas kontinenta iedzīvotājiem (kopā ar Dienvidāfrikas bušmeņiem), ir skaidri izteikts skaitlisks pārākums šī DNS iecirkņa H-VIII piederības ziņā, kurš pēc zinātnieku aprēķiniem mantots no vistālākajiem senčiem.

Jāatzīmē tomēr, ka Ž.Ljukota grupas rezultātiem vēl ir pagaidu statuss un tie ir apstrīdami. Tos var uzskatīt tikai par pirmajiem datiem, kuri saņem arī visai nopietnu speciālistu kritiku. Tāpēc te vēl uz gala slēdzieniem ir jāpagaida, bet zīmīgu cilvēka izcelšanās problēmas risinājuma tendenci, tie, liekas, tomēr iezīmē.

## 10. Neoantropu izcelšanās atklātie jautājumi.

Protams, ka visi šie atklājumi par cilvēces "divkāršo" pirmdzimteni Āfrikā bez ierastajiem hronoloģiskajiem un ģeogrāfiskajiem priekšstatiem par cilvēka izcelšanos liek mainīt arī citus uzskatus, un tai pašā laikā ne visi neoantropu izcelšanās jautājumi ir atrisināti.

Pat, ja galīgi tiks pierādītas "mitohondriālās Ievas" un "molekulārā Ādama" hipotēzes, virkne visai interesantu problēmu tomēr paliks. Sekojot L.Višņjackim (Л.Вишняцкий. Африка - дважды прародина? "Знание - сила" n. 8 (1989) стр. 19–24) īsumā tās aplūkosim:

vienu – kāda neoantropu iznācēju grupa no Āfrikas kādreiz kļuva par senčiem visiem pārējiem tagadējiem Zemeslodes iedzīvotājiem, izņemot pašu Āfrikas kontinentu, kura iedzīvotāji jau tad bija diezgan polimorfī ģenētiskajā ziņā.

Otrkārt, to apstiprina jau iepriekšminētais Berklijas bioķīmiķu R.Kennas, M.Stounkinga un A.Vilsona 1987. gada darbs, kas pamatoja “mitohondriālās Ievas” eksistenci pirms apmēram 200 000 gadiem (intervāls 290 000 – 160 000 gadu atpakaļ). Pēc šo autoru aprēķiniem ap 100 000 gadu atpakaļ jeb nedaudz agrāk norisinājās tās iedzīvotāju grupas migrācija no Āfrikas, kas kļuva par to “pudeles kakliņu” no kura “izlija” visi mūsdienu Eiropas, Āzijas, Austrālijas un Jaunās Pasaules (Amerikas) iedzīvotāji. Pie tam izskatās, ka šie Āfrikas migranti savās jaunapgūtajās teritorijās citos kontinentos ļoti maz (vai vispār nemaz) sajaucās ar iepriekšējiem to iedzīvotājiem (aboriģēniem), kuri savā pamatmasā, acīmredzot, bija neandertāliešu tipa.

Var pieminēt arī citus biomolekulāros pētījumus, kuru autori nonāk pie līdzīgiem secinājumiem. Zīmīgi, ka pat cilvēces lielo rasu – negroīdu, eiropoīdu un mongoīdu dališanās laiks, ko dažādas zinātnieku grupas aprēķina ar molekulārā pulksteņa palīdzību, bieži sakrīt un vairums datu norāda, ka tas noticis intervālā starp 150 000 līdz 80 000 gadu atpakaļ. Tomēr mums vissvarīgākais ir tas, ka dati, kas iegūti ar vairākām molekulārās bioloģijas metodēm un analizējot dažādus savienojumus (m-DNS, kodolu DNS, eritrocītus u.t.t.) tieši liecina par labu Āfrikai kā neoantropu pirmdzimtenei salīdzinot ar jebkuru citu kontinentu. Tieši tas arī ļauj izdarīt izvēli starp divām – no antropoloģijas un arheoloģijas viedokļa vienlīdz varbūtīgām versijām par mūsdienu tipa cilvēka izcelšanās vietu un dot priekšroku Āfrikai salīdzinot ar Tuvajiem Austrumiem. Līdz ar to tiek dota priekšroka neoantropu izcelšanās “Noasa šķirsta” teorijai (monocentrismam) nevis policentriskajai teorijai.

Tātad, ja ir patiesi iepriekšminētie Dienvidāfrikas, Austrumāfrikas un Tuvo Austrumu (Kafzahas alas) izrakumu kaulu (anatomiski mūsdienīgo!) datējumi, tad mūsdienu tipa cilvēka vecums ir vismaz 100 000 gadu un ņemot vērā biomolekulāros pētījumus, Āfrikas neoantropu vecumam ir jābūt lielākam nekā Tuvo Austrumu neoantropu vecumam, jo senči ir vecāki par pēctečiem.

## 9. Pirmie dati par “molekulāro Ādamu”.

Doma, ka bez molekulārās Ievas varētu eksistēt arī “molekulārais Ādams” radās praktiski vienlaicīgi ar pirmajiem sasniegumiem “mitohondriālās Ievas” atklāšanā. Šai gadījumā biologi vērsās pie ģenētiskā materiāla, kura pārmantošanas raksturs ir tieši pretējs m-DNS, t.i., kas tiek pārmantots tikai no tēva uz dēlu, pa vīriešu līniju.

Šāds materiāls ir tā sauktā Y hromosoma un ar to saistītā šūnas kodola DNS. Y hromosoma pie apaugļošanās nodrošina vīriešu dzimuma embrija veidošanos. Y hromosomas īpatnība ir tā, ka tikai ļoti niecīga to daļa iesaistās gadījuma mutācijās ar mātes X hromosomu (sievīškā dzimuma hromosomu). Atgādināsim, ka ja olšūnu apaugļo spermatozoīds, kas nes X hromosomu, tad attīstās sieviešu dzimuma embrijs (XX), kas saņem pa vienai X hromosomai gan no mātes, gan no tēva, bet, ja olšūnu apaugļo spermatozoīds, kas nes Y hromosomu, tad attīstās vīriešu dzimuma embrijs (XY) un zēni manto X hromosomu tikai no mātes, bet Y hromosomu iegūst no tēva. Lielākā Y hromosomas daļa tiek nodota praktiski nemainītā veidā, ja neskaita iepriekšminētās mutācijas, no tēva uz dēlu. Tomēr ar laiku pie ļoti daudzu paaudžu nomaiņas šīs mutācijas tomēr uzkrājas. Tātad, ja m-DNS sniedz mums informāciju par mūsu

2. Aktuālā bezgalība – tā ir, ja ņem naturālo skaitļu virkni “uzreiz gatavā veidā visu kā veselu”.

Senie grieķi matemātikā neatzina aktuālo bezgalību. Piemēram, Aristotelis “Fizikā” rakstīja: “...Paliek alternatīva, ka bezgalīgajam ir tikai potenciāla eksistence. ...Aktuāli bazgalīgais neeksistē”.

Arī vēl XVII – XVIII gs. zinātnieki neatzina aktuālo bezgalību. Tā R. Dekarts (1596. – 1650.) rakstīja: “Bezgalība ir pazīstama, bet nav izziņājama”. L. Eilers (1707. – 1783.) ieviesa bezgalības simbolu  $\infty$ , bet uzskatīja ka robežpārejā

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$$

nav vajadzības apskatīt aktuālo bezgalību. K.F. Gauss 1831. gadā rakstīja: “Matemātikā bezgalīgo lielumu nekad nevar izmantot kā kaut ko galīgu, bezgalība – tā ir ne vairāk kā maniere izteikties”.

Aktuāli bezgalīgās kopas matemātikā ievada tikai G. Kantors 1873. gadā. Piemēram:

$$\sqrt{2} = 1.414213...$$

visu zīmju kopa ņemta “visa uzreiz”.

## 6. Dažas darbības ar aktuāli bezgalīgām kopām.

a) Aktuāli bezgalīgu kopu salīdzināšana savā starpā.

Piemēram:

Visu naturālo skaitļu kopa	n =	1	2	3	4	5	6	...	...
Visu pāru skaitļu kopa	2n =	2	4	6	8	10	12	...	...

Piekārtojot atbilstību  $1 \leftrightarrow 2, 2 \leftrightarrow 4, \dots$  dabūjam:

- 1) savstarpēji viennozīmīgu atbilstību starp abu kopu elementiem;
- 2) katrā no divām aktuāli bezgalīgām kopām elementu tikpat daudz kā otrajā kopā.

Intuitīvi – izskatās muļķība, nav skaidrs, kā visai veselo skaitļu kopai var atrast savstarpēji viennozīmīgu atbilstību ar tās “daļu” – pāru skaitļu apakškopu, jo katrs pāru skaitlis ieiet naturālo skaitļu kopā, tā “izskatās lielāka”.

Kantors definēja aktuāli bezgalīgu kopu kā tādu kopu, kurai var atrast savstarpēji viennozīmīgu atbilstību ar tās īpašo apakškopu.

Kantors vēl atklāja savstarpēji viennozīmīgu atbilstību:

- 1) Starp visiem bezgalīgas taisnes punktiem un visiem bezgalīgas virsmas punktiem;
- 2) starp visiem bezgalīgas taisnes punktiem un visiem n–dimensiju telpas punktiem.

Kādā vēstulē 1877. gadā Kantors par to saka: “Es to redzu, bet nespēju tam ticēt”.

b) Kā definēt to, ka viena aktuāli bezgalīga kopa ir lielāka par otru (“viena bezgalība ir lielāka par otru bezgalību”)?

Aplūkojam piemēru:

Kopa A	Kopa B
(5 bumbiņas)	(7 grāmatas)

Ja kopai A (5 bumbiņas) var atrast savstarpēji viennozīmīgu atbilstību ar kopai B (7 grāmatas) daļu jeb tās īpašo apakškopu B' (5 grāmatas), bet kopai B (7 grāmatas) nevar atrast savstarpēji viennozīmīgu atbilstību ar

kopu A (5 bumbiņas) vai tās īpašo apakškopu A' (1 vai 2 vai 3 vai 4 bumbiņas), tad pēc definīcijas kopa B ir lielāka par kopu A, ( $B > A$ ).

Aktuāli bezgalīgu kopu apjomu raksturo tranfinitais skaitlis  $\alpha$  – kopas elementu skaita vispārinājums. Arī šo galīgo kopu salīdzināšanas definīciju var vispārināt uz aktuāli bezgalīgām kopām.

c) Jebkurai uzdotai kopai vienmēr var atrast kopu, kas ir lielāka par uzdoto.

Dotās kopas K visu apakškopu  $K_1, K_2, K_3, \dots$  kopa  $K_n$  ir lielāka par doto kopu:  $K_n > K$ .

Piemēram: dota kopa K ar četriem elementiem: 1,2,3,4.

Sastādīsim kopas K visas iespējamās apakškopas:

1 tukšo apakškopu ar 0 elementiem;

4 apakškopas pa 1 elementam: 1,2,3,4;

6 apakškopas pa 2 elementiem: 12, 13, 14, 23, 24, 34;

4 apakškopas pa 3 elementiem: 123, 124, 134, 234;

1 apakškopa, kas sakrīt ar K, pa 4 elementiem: 1234.

Kopā  $16=2^4$  apakškopas, tātad kopas K visu apakškopu kopas  $K_n$  apjoms:

$$(16=2^4) > 4$$

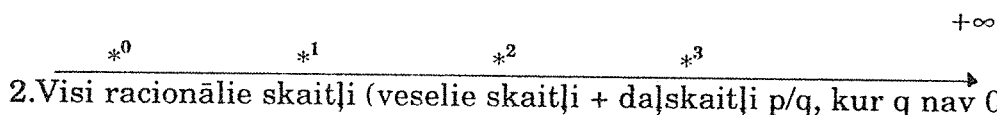
ir lielāks par dotās kopas K apjomu (4 elementi).

Analoģiski – aktuāli bezgalīgai kopai P ar apjomu  $\alpha$  visu iespējamo apakškopu skaits un tātad apakškopu kopas  $P_n$  apjoms:

$$2^\alpha > \alpha.$$

## 7. Skaitļu ass.

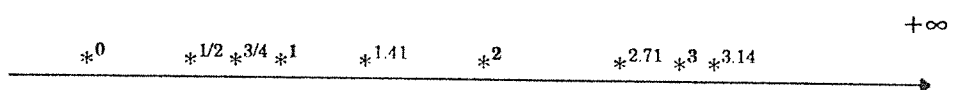
1. Visi vesēlie skaitļi



2. Visi racionālie skaitļi (vesēlie skaitļi + daļskaitļi p/q, kur q nav 0)



3. Visi reālie skaitļi (racionālie + irracionālie skaitļi)



### Irracionālie skaitļi.

Algebriskie irracionālie skaitļi ir algebrisko vienādojumu ar veseliem koeficientiem saknes.

Piemēram, kvadrāta diagonāles x vienādojums  $x^2 - 2a^2 = 0$ ;

$x = \sqrt{2} \times a$ , a – kvadrāta mala,

$\sqrt{2} = 1.414213\dots$  algebrisks irracionāls skaitlis. Līdzīgi:

$\sqrt[3]{2} = 1.259921\dots$

Transcendentie skaitļi – tādi irracionālie skaitļi, kuri nav algebrisko vienādojumu ar veseliem koeficientiem saknes.

Piemēram,  $\pi = 3.141592653\dots$

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \dots$$

$e = 2.718281028\dots$  (naturālo logaritmu bāze)

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots$$



## 8. Kontinuumu jēdziens.

Uz skaitļu ass attēloto nepārtraukto reālo skaitļu sistēmu (trešais gadījums) sauc par skaitļu kontinuumu.

Kontinuum – (latīņu “continuum” – nepārtraukts) termins, ko matemātikā lieto, lai apzīmētu veidojumus, kam piemīt nepārtrauktības īpašība.

Reālo skaitļu nepārtrauktību raksturo Dedekinda nepārtrauktības aksioma (K.J.W.Dedekind, 1831. – 1916.):

Ja diviem reāliem skaitļiem  $a$  un  $b$  ir ieviesta pamata nevienādība

$$a < b$$

(pamatjēdziens), tad reālo skaitļu kontinuum ir nepārtraukts, ja:

- 1) starp jebkuriem diviem skaitļiem  $a < b$  atrodas vismaz vēl viens skaitlis  $c$ , kuram ir spēkā sakarība

$$a < c < b$$

un

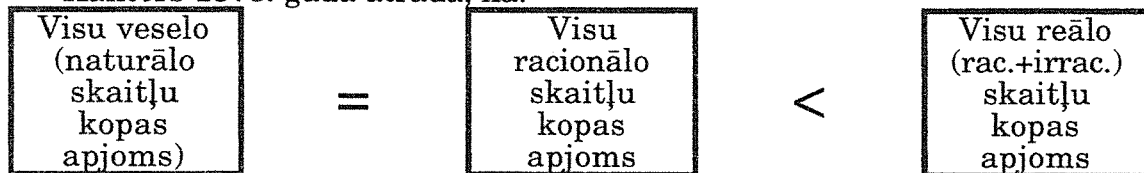
- 2) ja visi skaitļi ir sadalīti divās klasēs  $A$  un  $B$ , tā, lai jebkurš  $A$  skaitlis  $a$  mazāks par jebkuru  $B$  skaitli  $b$ ,



tad vai nu klasē  $A$  eksistē vislielākais skaitlis vai arī klasē  $B$  eksistē vismazākais skaitlis.

## 9. Kontinuumu hipotēze.

Kantors 1878. gadā atrada, ka:



Kantora apzīmējums: (alef-nulle)  $\aleph_0 < C$

Visu naturālo skaitļu kopas apjoms ir vienāds ar visu racionālo skaitļu kopas apjomu “ $\aleph_0$ ”, bet mazāks par visu reālo skaitļu kopas apjomu “ $C$ ”.

Naturālo skaitļu kopas apjoms  $\aleph_0$  – “**vismazākais**” no bezgalīgo kopu apjomiem. Plašākā formulējumā – naturālo skaitļu kopas visu iespējamo apakškopu kopas apjoms

$$2^{\aleph_0} = C$$

**Kontinuumu hipotēze apgalvo – reālo skaitļu kontinuumu kopas apjoms ir pirmais lielākais kopas apjoms, kas pārsniedz naturālo skaitļu kopas apjomu  $\aleph_0$  (starpā nav nevienas “vidēji bezgalīgi lielas kopas”!)**

Pie šīs kontinuumu problēmas Kantors nonāca 1877.gadā strādājot ar visdažādākajām punktu kopām – uz taisnes, plaknē un telpā. Viņš atklāja, ka eksistē tikai divi bezgalīgo kopu tipi:

- 1) sanumurējamās kopas, kuru elementus var sanumurēt (sakārtot) ar naturālo skaitļu palīdzību,
- 2) kopas, kuras ekvivalentas visam kontinuumam (visu reālo skaitļu kopai).

Nekādas “vidēja apjoma” (vidēji bezgalīgi lielas) kopas, kurās elementu skaits būtu lielāks nekā naturālo skaitļu kopā, bet mazāks kā reālo skaitļu kontinuumā, atklātas netika. Tāpēc arī Kantors izvirzīja hipotēzi, ka tādas kopas vispār neeksistē. Tā tad arī ir jau iepriekšminētā kontinuumā hipotēze, izteikta citā formā: **Jebkura bezgalīga punktu kopa uz taisnes ir vai nu sanumurējama vai arī ekvivalenta visam kontinuumam.**

Šī kontinuumā hipotēze ir viena no visfundamentālākajām un reizē arī visskaistākajām problēmām visā matemātikā, tās būtību var saprast pat zinot tikai skolas matemātiku.

Pēc kontinuumā hipotēzes izvirzīšanas pats Kantors un daudzi citi matemātiķi pūlējās to pierādīt. Bet tas neizdevās ne tad (1878.gadā) ne arī turpmākajos 80 gados. 1900. gadā II Vispasaules matemātikas kongresā Parīzē viens no visizcilākajiem matemātiķiem Dāvids Hilberts (D.Hilbert, 1862. – 1943.) novēlēja XX gadsimtā atrisināt 23 vissvarīgākās matemātikas problēmas, starp tām arī pierādīt kontinuumā hipotēzi.

Bet tas neizdevās arī daudzajiem Kantora sekotājiem. Tādā nozīmē, kā šo problēmu saprata Kantors, kontinuumā hipotēze nav pierādīta arī vēl šodien. Tai vietā kopu teorijā notika kaut kas pavisam cits, negaidīts – 1895. gadā pats Kantors atklāja savā kopu teorijā pretrunu!

## 10. Kantora aktuāli bezgalīgo kopu teorijas pretrunas un paradoksi.

- a) Kantora 1895. gadā atklāto pretrunu sauc visu kopu kopas paradoksu. Tā būtība slēpjas jautājumā:

“Kāds būs kopas apjoms (transfinitais skaitlis) kopai, kas sastādīta no visām iespējamām aktuāli bezgalīgajām kopām?”

Tādas kopas apjomam ir jābūt vislielākajam no visiem transfinitajiem skaitļiem – “vislielākajai no visām iespējamajām bezgalībām”!

Bet dotās kopas (visu kopu kopas jeb “superkopas”) visu apakškopu kopas apjoms pēc mūsu iepriekšējā apskata (piemērs 6. nodaļā ar  $2^4 > 4$ ) ir lielāks par jebkuras sākumā uzdotās kopas apjomu!

Tā iegūstam pretrunu – paradoksu.

- b) Sakārtotas naturālo skaitļu kopas paradokss. To 1897. gadā atklāja un tūlīt publicēja itāliešu matemātiķis Ā. Burali – Forti.

Vispirms aplūkosim divus kopu teorijas pamatjēdzienus:

- 1) Kardinalie skaitļi – tie raksturo nesakārtotas (nesanumurētas) kopas, piemēram, vienādas vērtības monētu kopas apjomu, kurai elementu kārtība nav svarīga;
- 2) Ordinārie skaitļi – tie raksturo sakārtotas (sanumurētas) kopas apjomu, kurai ir svarīga elementu kārtība. Piemēram, 20 studentu kopa, kuri sakārtoti pēc to sekmēm.

Ā. Burali – Forti pierādīja, ka:

Sakārtotas visu naturālo skaitļu kopas (aktuāli bezgalīgas)  $1, 2, 3, \dots, \omega$  (kur  $\omega$  apzīmē “sakārtotu bezgalību”) apjoms ir

$$\omega + 1!$$

- c) Rassela klasu paradokss. Angļu matemātiķis un filozofs Bertrams Rasselss (1872. – 1970.) 1903. gadā atklāja paradoksu, kas attiecas uz klasēm. Klase ir objektu grupa, kas līdzīga kopām, matemātiski nedaudz atšķirīga.

I tipa klase – objektu grupa, kas ietver sevī pašas sevi.

Piemēram:

Grāmatu katalogu klase – pati ir katalogs.

Ideju klase – pati ir ideja.

II tipa klase – objektu grupa, kas neietver pašas sevi.

Piemēram:

Grāmatu klase – nav grāmata.

Suņu klase – nav suns.

Varam veidot klasu klases no I un II tipa klasēm.

No I tipa klasēm veidojam:

Klasu klasi  $S \rightarrow S_1$  (katalogu klase),

$\searrow S_2$  (ideju klase).

No II tipa klasēm veidojam

Klasu klasi  $N \rightarrow N_1$  (grāmatu klase),

$\searrow N_2$  (suņu klase).

Tātad varam izveidot klasu, kas nesatur pašas sevi (II tipa)  $N_1, N_2, N_3, \dots$  klasi  $N$ .

Jautājums:

Pie kāda klasu tipa (I vai II) pieder pati klase  $N$ ?

- 1) Ja pati II tipa klasu klase  $N$  pieder II tipam, kas nesatur pašas sevi, tad  $N$  nedrīkst piederēt pie II tipa, jo tā pati nedrīkst būt klase.
- 2) Tā nevar arī piederēt I tipam, jo tā ir klasu, kas nesatur pašas sevi, klase.

## 11. Loģiskie paradoksi.

Matemātiķiem drīz vien kļuva skaidrs, ka tāda veida matemātiskie paradoksi ir cieši saistīti ar loģiku, kur pazīstami analogiski paradoksi jeb antinomijas.

Īpaši labi tas redzams gadījumos, kad “notiek atsaukšanās uz sevi” (analoģija ar Kantora visu kopu kopu). Apskatīsim dažus piemērus:

a) Loģikas likums – trešā izslēgtā likums:

“Katrs izteiciens ir vai nu patiess vai aplams.”

Pats šis likums ir izteiciens, tātad tas var būt nepatiess, tātad iespējami reizē patiesi un nepatiesi izteicieni.

b) Rassela friziera paradokss (1918.gadā). **Ciema frizieris:**

A) skuj visus ciema iedzīvotājus, kas neskujas paši,

B) neskuj tos, kuri skujas paši.

Vai frizierim ir jāskujas pašam?

1) Ja frizieris neskujas pats, tad pēc A – ir jāskujas.

2) Ja viņš skujas pats, tad pēc B viņam nav jāskujas.

c) Meļa paradokss – tas pazīstams jau senajiem grieķiem.

Komentējot kādu savu izteicienu, cilvēks saka:

**“Viss, ko es runāju ir meli”. (Izteiciens S).**

Vai pats izteiciens  $S$  ir patiess vai melīgs?

Ja cilvēks patiesi ir melis, tad izsakot  $S$  viņš runā patiesību – izteiciens  $S$  ir patiess un izsakot apgalvojumu  $S$ , viņš tiešām melo un tātad izteiciens  $S$  ir meli. – Pretruna.

Slavenais matemātiķis Kurts Gēdels (1906. – 1978.) izteica meļa paradoksu, piemēram, šādā formā:

Jānis 1993. gada 14.maijā izsaka vienu vienīgu frāzi: “Jebkurš izteiciens, ko Jānis saka 1993. gada 14.maijā ir meli.”

Šis izteiciens nevar būt patiess, jo pats par sevi apgalvo, ka ir melīgs. Bet tas nevar arī būt meli, jo, lai viņš būtu meli, tad Jānim 1993.g.14.maijā bija jāizsaka vismaz viena patiesība, bet viņš teica tikai šo vienu frāzi.

## 12. Hilberta programma matemātikā.

Pretrunu un paradoksu atklāšana visas matemātikas pamatos. Kantora kopu teorijā un matemātikā izmantojamā loģiskajā aparātā spieda matemātiķus meklēt matemātikas "glābšanas ceļu". Jau minētajā II Vispasaules matemātikas kongresā D. Hilberts jautāja:

"Vai ir iespējama formāla teorija, kas formalizētu visu eksistējošo (zināmo) matemātiku?"

Ap XX. gs. sākumu kopu teorija bija jau sevi parādījusi kā visas matemātikas "dabīgais pamats un darba rīks". Lai to glābtu, Dāvids Hilberts 1904. gadā izvirzīja radikālu visas matemātikas pamatu pārbūves plānu, kas sastāvēja no divām daļām:

- A) Uzbūvēt (reprezentēt) visu esošo matemātiku, ieskaitot no paradoksiem "attīrīto" Kantora kopu teorijas variantu, formālas teorijas veidā;
- B) Pierādīt iegūtās teorijas nepretrunīgumu, tas ir pierādīt, ka šajā teorijā nekāds apgalvojums nevar tikt pierādīts reizē ar tā noliegumu.

Punkta A nostādne nebija nekas īpaši jauns, tā nozīmēja vienīgi novest līdz galam matemātikas aksiomatizācijas procesu, kurš tai laikā (ap XX.gs. sākumu) strauji virzījās uz priekšu, bija tikai "jāattīra" no paradoksiem un pretrunām Kantora kopu teorija.

Punkta B nostādne – pierādīt punktā A iegūtās formālās visaptverošās teorijas nepretrunīgumu – bija radikāls jaunievedums. Hilberts pirmais saprata, ka tikai uzdevuma A atrisināšana līdz galam ļauj uzstādīt uzdevumu B. Kāpēc?

Neatrisinot līdz galam uzdevumu A, t.i. neuzbūvējot visaptverošu formālu teoriju un daļēji paliekot intuitīvās matemātikas teorijas apgabalā, vispār nav iespējams runāt par teorijas nepretrunības pierādījumu.

Var cerēt, ka intuitīvā teorija atklās pretrunas, t.i., ievērojot vispārpieņemtos (intuitīvos) spriedumu likumus, var mēģināt atklāt kādu apgalvojumu kopā ar tā noliegumu. Bet nekādi nevar mēģināt pierādīt intuitīvās teorijas nepretrunīgumu, jo apgalvojums par nepretrunīgumu attiecas uz visu dotajā teorijā pierādāmo teorēmu kopumu, kura atklātā definīcija mums tieši nav zināma. Šādas definīcijas (noteiktības) trūkums visām apskatāmās teorijas teorēmām tieši tad arī izsaka šīs teorijas "intuivitāti".

Sprieduma līdzekļiem (tehnikai), kurus izmanto, lai pierādītu kādas teorijas T nepretrunīgumu, jābūt daudz "spēcīgāk" (drošāk) nepretrunīgiem nekā tiem līdzekļiem, kuri tiek pielietoti pašā teorijā T. Ja teorija T pretendē aptvert visu matemātiku, tad šie līdzekļi jāņem no tās pašas teorijas T "visdrošākās daļas", kura mums liekas vistīcamākā.

Matemātikā izdala trīs ticamības līmeņus :

- 1) aritmētiskie (diskrētie) spriedumi – izmanto naturālos skaitļus;
- 2) analītiskie (nepārtrauktie) spriedumi – izmanto reālos skaitļus;
- 3) kopu teorijas spriedumi – izmanto Kantora patvaļīgo kopu jēdzienu.

Hilberts cerēja visas matemātikas nepretrunīgumu pierādīt ar pirmā un tālāk visdrošākā līmeņa spriedumu līdzekļu palīdzību.

### 13. Formālo matemātisko teoriju raksturs.

Kas padara matemātisko teoriju par kaut ko noteiktu (precīzu)? Jebkuras teorijas noteiktība sastādās no divām daļām:

- 1) Atklāti izdalītie teorijas pamatprincipi, kas tiek formulēti aksiomu veidā un teorēmu izvedumu (pierādījumu) likumos – tā ir loģiski formālā teorijas daļa.
- 2) Visa pārējā, tieši formāli nedefinētā, bet “pareizi izmantojamā” – intuitīvā, teorijas daļa.

Ko tas nozīmē?

Jebkurā noteiktā matemātiskā teorijā T par pareiziem tiek uzskatīti tikai noteikta veida apgalvojumi un spriedumi – visi pārējie ir vai nu nepareizi vai arī neattiecas uz doto teoriju.

Kā par kaut ko noteiktu var uzskatīt “pareizi izmantojamo (intuitīvo) teorijas daļu”? Piemēram, Eiklīda ģeometrijā līdz pat XIX. gs. nebija formalizēts (aksiomatizēts) jēdziens: “Punkts B atrodas uz taisnes starp punktiem A un C”, bet kopš Eiklīda laikiem līdz XIX. gs. visi matemātiķi šo jēdzienu izmanto pareizi.



### 14. Formālais un intuitīvais moments matemātikā, to attīstība.

No šīs pareizās “punkta B starp punktiem A un C” lietošanas ģeometrijā kļūst skaidrs, ka visi matemātiķi dažādās matemātikas disciplīnās (ģeometrijā, algebrā, skaitļu teorijā u.c.) spriež vienādi un “pareizi” par jēdzieniem un sakarībām, kas vēl nav precīzi “apzināti” un formalizēti. Te ir darīšana ar “intelektuālo refleksu”, noteiktu kompleksu, kas kopā ar aksiomām vai arī bez tām, vada mūsu teorētiskos spriedumus. šādus neapzinātus vadošos faktoros tad arī ir pieņemts saukt par intuīciju. Te rodas interesants jautājums. Kā izskaidrot šādas intuīcijas rašanos, kas vienādi vada tik daudz dažādu cilvēku – profesionālo matemātiķu spriedumus? Iespējamās atbildes:

- 1) visi cilvēki ir aptuveni vienādi, tiem ir darīšana ar vienu un to pašu ārējo pasauli;
- 2) notiek it kā “reminescence”, kādas ideālas pasaules atcerēšanās jeb rekonstrukcija.

Vairums matemātikas teoriju tiek noteiktas, definētas, kā likums, jauktā veidā – daļa pamatprincipu tiek formulēti aksiomu veidā, daļa paliek intuīcijas ziņā. Matemātiskās teorijas attīstības procesā šai pirmajai, aksiomātiski formālajai daļai, ir tendence pieaugt uz otrās, intuitīvās, daļas rēķina. Laiku pa laikam parādās nepieciešamība atklātā veidā izdalīt principus, kas līdz šim attiecās uz intuīcijas daļu.

Šo principu izdalīšana, t.i. teorijas formalizēšana, ne vienmēr ir tīri mehāniska. Drīzāk to var salīdzināt ar rekonstrukciju – pēc intuitīvajiem jēdzieniem rekonstruē aksiomātiskos, pie kam rekonstruējamajam jēdzienam var būt negaidītas, neparastas īpašības, kuru nav tā “intuitīvajam pirmtēlam”.

Rodas jautājums:

“Cik tālu var aiziet šīs aksiomātiskās daļas pieauguma process matemātiskajā teorijā uz intuitīvās daļas rēķina?”

Tātad – vai ir iespējama pilnīga intuitīvās daļas izzušana matemātiskajā teorijā, pilnīga tās novešana līdz aksiomu sistēmai un izveduma likumiem – tā saucamajai formālajai teorijai?

To izpildot tad arī būtu sasniegts Hilberta programmas ideāls.

## 15. Kopu teorijas “attīrīšana” no paradoksiem, visas matemātikas formalizācija.

Iepriekš apskatītos Kantora kopu teorijas un loģikas paradoksus mūsu gadsimta sākumā tiešām izdevās novērst – kopu teorija tika attīrīta no tiem. Piemēram, pats B. Russell jau 1905. gadā Kantora kopu teorijas paradoksus izskaidro ar loģisko kļūdu – burvju loka principu:

“Tas, kas satur visu kopu, pats nedrīkst būt kopas elements... Ja tam nolūkam, lai definētu kādu kopu, nepieciešams izmantot visu kopu, tad definīcijai nav jēgas.”

Šis tā saucamais nepredikatīvo definīciju aizlieguma princips (1906. g.) ir viens no ceļiem, kā izvairīties no kopu teorijas un loģikas pretrunām.

Nepredikatīvā definīcija – tā ir definīcija, kurā kāds objekts tiek uzdots (aprakstīts) ar objektu klasi, kas satur definējamo objektu. Tādas, definīcijas tiek aizliegtas. Uz šī pamata – paradoksu atrisinājumi.

Piemēram, Russell klasu paradoksā – “Visu klasu, kas nesatur pašas sevi, klase”, tāda klase neeksistē – tātad klasu paradoksam nav jēgas.

Analogi atrisināms arī Russell friziera paradokss.

Ar tādiem un dažādiem citiem paņēmieniem izdevās izveidot nepretrunīgas uz aksiomu sistēmām balstītās formālās teorijas. Vispazīstamākā no tām ir uz 8 (vai citā variantā uz 9) aksiomām balstītā Cermelo – Frenkela kopu teorija, kura tiešām ietvēra visu “intuitīvo” Kantora kopu teoriju un formalizēja visu matemātiku. Hilberta programmas pirmais punkts – visas esošās matemātikas reprezentācija (uzbūve) formālās teorijas veidā, likās, bija izpildīta, atlika izpildīt šīs programmas otro punktu – pierādīt šīs teorijas nepretrunīgumu.

## 16. Gēdela teorēma.

Mūsu gadsimta 30-to gadu sākumā šķita, ka Hilberta programmas mērķis ir visai tuvu. Bet 1931. gadā austriešu loģiķis un matemātiķis Kurts Gēdels (Kurt Goedel, 1906. – 1978.) publicēja darbu “Par matemātikas pamatu un radniecīgu sistēmu formāli neatrisināmiem apgalvojumiem” – t.s. Gēdela teorēmu par nepilnīgumu:

“Ja formālā teorija  $T$  ir nepretrunīga, tad tā ir nepilna” jeb: “Eksistē dotās formālās teorijas apgalvojums  $S$ , kuru dotās teorijas ietvaros nevar ne pierādīt, ne apgāzt”.

Bet vai nu apgalvojums “ $S$ ” vai tā noliegums “ne  $S$ ” ir pareizs šajā teorijā. Tātad teorijā  $T$  eksistē patiess apgalvojums, kas nav pierādāms, tātad nav atrisināms.

Vienkāršoti varam teikt:

“Ja formālā matemātiskā teorija ir nepretrunīga, tad tā ir nepilna un ja tā ir pilna, tad tā ir pretrunīga”.

Matemātiķa H. Veila komentārs par Gēdela rezultātu:

“Dievs eksistē, jo matemātika, bez šaubām ir nepretrunīga, bet eksistē arī Sātans, jo pierādīt tās nepretrunīgumu mēs nespējam”.

Šis Gēdela teorēmas nozīmi ir grūti novērtēt par augstu. Tīri matemātiskā ziņā tā darīja galu Hilberta programmai – visas matemātikas aptveršanai vienā pilnā un nepretrunīgā formālā sistēmā, tad tā pārvērstos par sastingušu milzu teorijas kristālu... Gēdela

teorēmas metodoloģiskā un tīri filozofiskā nozīme iziet tālu pāri matemātikas robežām, tā rāda, ka zinātne principā nekad nevarēs aptvert visu realitāti.

## 17. P. Koena atrisinājums kontinuuma hipotēzei.

Gēdela teorēma u.c. līdzīgi atklājumi aksiomātiskajā kopu teorijā izkustināja arī gandrīz 100 gadus stāvējušo kontinuuma hipotēzi. 1963. gadā Stanfordas universitātes profesors P.Koens (Paul Joseph Cohen, dz.1934. gadā) pierādīja, ka:

Kontinuuma hipotēzi nevar ne pierādīt ne apgāzt mums pazīstamās matemātikas ietvaros. Tā ir neatkarīga no pārējām kopu teorijas (Cermelo – Frenkela sistēmas) aksiomām.

Tātad pasaules matemātiķi ir atkal turpat, kur bija Eiklīds ar savu piekto postulātu pirms vairāk nekā 2000 gadiem, tikai citā limenī. Toreiz 5. postulāta neatkarība no pārējām ģeometrijas aksiomām lika pamatus neeiklīda ģeometrijām. Tagad – kontinuuma hipotēze pieļauj, ka eksistē kāda nepazīstama “vidēji liela” (3. veida) bezgalība, kas var likt pamatu attiecīgajai kopu teorijai un jauna veida visai matemātikai, par kuru cilvēkiem vēl nav ne jausmas, kas pašlaik (un varbūt arī mūžīgi) ir aptverama un zināma vienīgi Dievam.

Visas šīs matemātikas pašu fundamentālāko pamatu problēmas vedina uz ļoti dziļām pārdomām. Vislabāk to varbūt ir pateicis franču ķīmiķis un mikrobiologs Lui Pastērs (L.Pasteur, 1822. – 1895.):

“...Pats svarīgākais no visiem jēdzieniem ir jēdziens par bezgalību. Kas eksistē aiz zvaigžņotajām debesīm? Citas zvaigžņotās debesis. Pieņemsim. Bet tālāk? Nepārvarama spēka ierosināts cilvēka prāts nakad nepārstās jautāt – bet kas tālāk? Vai viņš gribēs apstāties telpā un laikā? Tā kā robeža, kur viņš apstāties atkal ir galīgs lielums, tikai lielāks par visiem iepriekšējiem, tad nekavējoties rodas nenovēršamais un nepielūdzamais jautājums – bet kas tālāk?

... Kas atzīst bezgalīgā realitāti, un tā atzišana ir neizbēgama, tas ar to vien pieļauj vairāk pārdabiskā nekā visu reliģiju brīnumi, jo bezgalības idejai piemīt tās divējāda raksturs, tā ir gan nepieciešama, gan nesasniedzama.

... Dieva jēdziens ir bezgalības idejas forma. Kamēr vien bezgalības noslēpums valdīs pār cilvēces domām, tikmēr tiks celti Bezgalības pielūgsmes tempļi, vienalga, vai Dievu sauc par Budu, Brāmu, Zevu Allahu, Jahvi vai Jēzu...”

(No L. Pastēra runas 1892. gada 27. aprīlī, sakarā ar viņa ievēlēšanu Francijas Akadēmijā).

## XXV. Pasaules gals – Bībele un zinātne.

1. Jāņa Atklāsmes grāmata – Dieva vārda vēstījums par pasaules pēdējām dienām.
2. Dieva vārds par pasaules galu un zinātne.
3. Četri Apokalipses jātņieki – mūsdienu skatījums.
4. Zemes ģeoloģiskā nākotne.
5. Pasaules katastrofas un Apokalipses vīzijas.
6. Iespējamā Zemes sadursme ar asteroīdu pagātnē.
7. Iespējamās Zemes un asteroīda sadursmes sekas.
8. Asteroīdi Zemes tuvumā attālumos līdz 10 miljoniem kilometru.
9. Supernovas – iespējamais Zemes katastrofu vai bojā ejas cēlonis.
10. Vai Lielā Magelāna Mākoņa supernovas SN 1987A sprādziens ir satricinājis Sauli un Zemi?
11. Saules kā zvaigznes gals un Zemes liktenis.
12. Mūsu Visuma iespējamais liktenis tālā nākotnē.
13. Pasaules gala simbolika un kosmoloģija.

### Literatūra.

1. О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков. Глобальная эволюция Земли. Москва, изд-во МГУ, 1991.
2. А.А. Гурштейн. Извечные тайны неба. 3-е издание. Москва, Наука, 1991.
3. Снова об астероиде и динозаврах (по Science vol. 248, p. 843 (1990)) Земля и Вселенная, н. 1 (1991) стр. 84.
4. В.А. Бронштэн. Сближение Земли с астероидами. Земля и Вселенная, н. 1 (1991) стр. 85.
5. С.М. Брюшинкин. Взрыв Сверхновой потряс Солнце и Землю? Химия и Жизнь, н. 12 (1990) стр. 22-24.
6. И.С. Шкловский. Вторая революция в астрономии подходит к концу. Вопросы философии н. 9 (1979) стр. 54-69.
7. Знание - сила, н. 9 (1991). (О. Меџа риетиџаи), стр. 31-90.



## **1. Jāņa Atklāsmes grāmata – Dieva vārda vēstījums par pasaules pēdējām dienām.**

Jāņa Atklāsmes grāmata – “apokalypsis” – apokalipse – atklāsmē – Dieva vēstījums savam kalpam Jānim, kas pierakstīts vēstījuma veidā 7 kristīgajām draudzēm Āzijā: Efezā, Smirnā, Pergamā, Tiatirā, Sardos, Filadelfijā un Laodiķejā (Mazāzijā), kā uzskata, starp 64. – 95. gadu Patmas salā (Egejas jūrā). Tā ir Bībeles pēdējā kanoniskā grāmata un runā par šīs pasaules pēdējo dienu, pēdējā laika – eshatoloģijas notikumiem, kas saistīti ar mūsu pasaules galu nākotnē. Apokalipses izpratnes, interpretācijas un iztulkojuma problēma teoloģijā ir ļoti liela un plaša. Mēs aplūkosim, ko par mūsu pasaules pēdējām dienām un galu var teikt no zinātnes, it īpaši no dabas zinātņu viedokļa saistībā ar Apokalipses jeb Jāņa Parādīšanās grāmatas vīzijām.

## **2. Dieva vārds par pasaules galu un zinātne.**

Aplūkojot pasaules galu, kas no zinātnes viedokļa arī ir tikpat neapgājama un objektīva patiesība kā pasaules sākums, varam šo jautājumu apskatīt vairākos aspektos. Mēs izmantosim vienu no iespējamiem šīs problēmas apskata variantiem:

1. Pasaules gals – cilvēces bojā eja uz Zemes pašu cilvēku rīcības izraisītu cēloņu dēļ. Tādā nostādņē cilvēka rīcība, kas var novest pie saimnieciskas, ekoloģiskas, militāras, demogrāfiskas vai medicīniskas katastrofas tiek saistīta ar viņa novēršanos no Dieva, neklausīšanu Dieva balsij. Šai pasaules gala skatījumā galvenā ir humanitārā problēma, kas saistīta ar cilvēces atgriešanos pie Dieva, iepriekš minētajiem katastrofu cēloņiem ir tikai sekundāra loma. Tāpēc arī šāda veida katastrofu zinātnisko pusi mēs tikai ieskicēsim, saistot to ar Apokalipses vīziju simboliku.
2. Pasaules gals vārda tiešajā nozīmē – Zemeslodes, Saules sistēmas, mūsu Visuma gals fizikālu, no cilvēka neatkarīgu cēloņu dēļ. Tādā nostādņē Dieva griba izpaužas caur dabu, dabas zinātnēm, tāpēc to aplūkosim visai detalizēti.

## **3. Četri Apokalipses jātnieki – mūsdienu skatījums.**

Apokalipses 6. nodaļā 2. – 8. pantos četri apokaliptiskie jātnieki (uz balta, ugunssārta, melna un pelēka zirga) vairākkārt apskatīti dažādos laikmetos. Tagad varam mēģināt tos interpretēt mūsdienu cilvēces problēmu gaismā:

1. Pirmais jātnieks – uz balta zirga, tiek skaidrots kā maskējies cilvēces maldīgo un nāvējošo mācību, iekārtu un varu simbols (sk. U.Saarnivaara, *Can the Bible be trusted?*, p.753). Mūsdienu maldīgās ekonomiskās un sociālās iekārtas mācības ir lielu daļu cilvēces novedušas līdz saimnieciskai katastrofai, tāda pat attieksme pret dabu un tās resursiem (pēc bēdīgi slavenā lozunga: “Mēs nevaram gaidīt dāvanas no daba...”) – pie ekoloģiskās katastrofas sliekšņa (ozona slāņa sabrukums).
2. Otrais jātnieks – uz ugunssārtā zirga, tradicionāli tiek interpretēts kā karš, mūsdienās tas nes visas cilvēces bojā ejas iespēju (ķīmiskais, bakterioloģiskais vai kodolkarš), kas īpašus komentārus vairs neprasa.

3. Trešais jātnieks uz melna zirga simbolizē badu, vispārēju trūkumu. Ar katastrofu var beigties pasaules iedzīvotāju skaita pieaugums, kura tempi mūsdienās pārsniedz visas agrākās prognozes. Pēc ANO datiem (1989. g.) visā pasaulē būs 1990.g. – 5.246, 2000.g. – 6.121, 2010.g. – 6.989, 2025.g. – 8.206 miljardi cilvēku, bet jaunākie dati (Rīgas Balss, Nr 99, 08.05.1992., 5.lpp.) saka: pašlaik 5.48 miljardi, jau 1998. g. – 6 miljardi cilvēku (par diviem gadiem ātrāk nekā prognozēts). Tuvāko desmit gadu laikā iedzīvotāju ikgada pieaugums būs 97 miljoni un līdz 2050. gadam pasaules iedzīvotāju skaits gandrīz dubultosies un sasniegs 10 miljardus...
4. Ceturtais jātnieks – uz pelēkā zirga – nāve, to bieži viduslaikos tulkoja kā mēri. Mūsdienās – XX. gs. beigās cilvēcei ir mēris “jaunā kvalitātē” – iegūtā imūndeficīta sindroms AIDS, kuru izraisa dabas objekts – AIDS vīruss, bet kura darbība ir visciešāka veidā saistīta ar cilvēka rīcību, viņa morāli un novēršanos no Dieva likumiem. Šī slimība ir pazīstama kopš 1981. gada, bet tagad jau AIDS vīrusa nēsātāju skaits ir ap 5–10 miljoni un kas būs nākotnē?

Pārdomājot visus šos cilvēku rīcības dēļ radītos iespējamus pasaules bojā ejas cēloņus (pareizāk sekas!) tagad pievērsīsimies ārējai pasaulei: “Cik tad droša ir mūsu pašu Zeme (neatkarīgi no mūsu rīcības) nākotnē kā cilvēces mājoklis un patvērums, kas to sagaida nākotnē, raugoties no tīri zinātniskā viedokļa?”

#### 4. Zemes ģeoloģiskā nākotne.

Tiek uzskatīts, ka Zemes mantijā, kurā “peld” tektoniskās plātnes notiek konvekcijas cikli, pie kam katra cikla laikā (vairākos simtos miljonu gadu) vienots Zemes superkontinents sadalās par mazākiem kontinentiem un salu arhipelāgiem, kas cikla beigās atkal apvienojas superkontinentā. Kopš proterozoja sākuma (ap 2.5 – 2.6 miljardi gadu atpakaļ) ir bijuši 5 tādi konvekcijas cikli: 2.6 – 2.3 – 1.92 – 1.51 – 1.01 – 0.47 miljardi gadu atpakaļ, mēs pašlaik atrodamies sestajā. Šī cikla sākumā izveidojās superkontinents – Pangeja (450 – 350 miljoni gadu atpakaļ), kas ap 190 miljoni gadu atpakaļ sāka sadalīties. Pēc aprēķiniem sestais cikls beigsies nākotnē pēc 300 miljoniem gadu ar vienu vai divu superkontinentu (Pangejas vai Lavrāzijas un Gondvānas tipa) izveidošanos. Pašlaik nav skaidrs vai Zemes mantijas konvekcijas aktivitātei pietiks spēka veikt pēdējo – septīto konvekcijas ciklu, kam būtu jābeidzas ar pēdējā superkontinenta – hipotētiskās Hipergejas izveidošanos pēc 1.6 miljardiem gadu.

Sagaidāms, ka pēdējais un noslēdzošais etaps Zemes ģeoloģiskajā vēsturē būs saistīts ar tās dziļu “tektonisko nāvi” pēc 1 – 1.5 miljardiem gadu, kad būs pilnīgi izsīkuši enerģijas avoti (gravitācijas enerģija no iezu kustībām, radioaktīvo vielu sabrukuma enerģija, paisumu – bēgumu enerģija u.c.) Zemes dzīlēs un nekas vairs to neglābs no atdzišanas...

Bet vēl daudz ātrāk, apmēram pēc 600 miljoniem gadu norisināsies visai biosfērai nāvējošā endogēnā skābekļa izdalīšanās, kas atbrīvosies uz dzelzs oksīdu sabrukuma rēķina Zemes apakšējā mantijā, kur veidosies Zemes kodola viela. Tajā laikā uz Zemes vairs nebūs spēcīgu skābekļa absorbentu un tā plūsma nonāks Zemes atmosfērā. Tā būs katastrofa – Zemes atmosfēras spiediens pēc miljards gadiem pieaugs līdz 10 atmosfērām, radīsies ļoti varens “siltumnīcas efekts” un temperatūra pie Zemes virsmas pacelsies līdz 250°C. Pēc tam sāksies okeānu uzvārīšanās un Zemes garozas iezu dehidratizācija. Tas savukārt novedīs pie tā, ka Zemes fluidu – tvaiku atmosfēras spiediens pārsniegs 350 atm., bet temperatūra pie Zemes virsmas pacelsies līdz 450°C, apmēram kā tagad uz Venēras – 90 atm., 480°C.

## 5. Pasaules katastrofas un Apokalipses vīzijas.

Jāņa Atklāsmes grāmata vairākās vietās sniedz vīzijas – redzējumus, kurus varam saistīt ar iepriekš apskatītajiem Zemes tektoniskajiem procesiem. Zemes mantijas konvekcijas mūsdienu cikls, kas nākotnē būs saistīts ar jaunu superkontinentu veidošanos, acīmredzot, izraisīs gan zemestrīces, gan vulkānu darbību (skat. 6.nod. 12.pantu, 8.nod. 5.pantu), iespējams, ka endogenā skābekļa izdalīšanās arī izraisīs milzu apmēra katastrofas (8.nod. 7.– 9.panti) un visi šie faktori darbosies vienlaicīgi.

Bez šīm tikai ar Zemes norisēm saistīto katastrofu vīzijām, Apokalipse sniedz arī norādījumus par cita veida katastrofām, kas notiek ārēju, kosmisku faktoru iedarbībā. Astotajā nodaļā lasām:

**"10. Kad trešais eņģelis bazūnēja, tad no debesīm krita liela zvaigzne, degdama kā lāpa, tā krita uz upju un ūdens avotu trešo daļu.**

**11. Zvaigznes vārds saucās Apsints, un trešā daļa ūdeņu tapa par vērmelēm; nomira daudz cilvēku no ūdeņiem, jo tie bija tapuši rūgti.**

**12. Kad bazūnēja ceturtais eņģelis, tad trešā daļa Saules tika izdzēsta un Mēness trešā daļa un zvaigžņu trešā daļa; to trešā daļa tapa tumša, un dienas trešā daļa nespīdēja un nakts tāpat."**

Acīmredzot, te tiek runāts par lielu apmēru kosmiskajām katastrofām, kas saistītas ar lielu apmēru debess ķermeņu – meteorītu, asteroīdu vai komētu krišanu uz Zemi. Apskatot tādu katastrofas iespējamību mēs:

1. Īsumā aplūkosim tādu debess ķermeņu galvenos raksturlielumus;
2. Apskatīsim zinātnes datus par iespējamām tāda veida katastrofām pagātnē;
3. Nosakaidrosim, kādi ir mūsdienu dati par debess ķermeņu satuvināšanos un iespējamām sadursmēm nākotnē;
4. Novērtēsim citus kosmisko katastrofu faktorus: supernovas, Saules nākotni (skat. 16. nod. 8. pantu: "Ceturtais izlēja savu kausu pār Sauli; tad tā dabūja spēku sadedzināt cilvēkus ar uguni.").

## 6. Iespējamā Zemes sadursme ar asteroīdu pagātnē.

Asteroīdi – mazās planētas, tiek atklāti kopš 1801. gada. To izmēri ir no dažiem simtiem km (lielākajai – Cererai ap 770 km) līdz daži simti metru.

Asteroīdu skaitu raksturo to atklāšanās dinamika:

Novērojumu periods (50 gadi)	Jaunatklāto asteroīdu skaits	Kopīgais zināmo asteroīdu skaits perioda beigās
1801. – 1850.	13	13
1851. – 1900.	450	463
1901. – 1950.	1165	1628

Uz 1985.g.1.XI. bija reģistrēti 3330 asteroīdu, tagad to skaits ir pārsniedzis 4000. Uzskata, ka to kopīgais skaits orbitās ap Sauli ir ap 1 miljoni. Ja visus lielākos Zemes teleskopus gadu no gada izmantotu tikai asteroīdu meklēšanai, tad reģistrēto asteroīdu skaits varētu sasniegt ap 50 000. Tā kā zināmie 4000 ir niecīga daļa no 1 miljona....

Vairums asteroīdu atrodas orbitās starp Marsa ( $R_M=1.5$  astr.v.) un Jupitera ( $R_J=5.2$  astr.v.) orbitām 2.2 – 3.3 astr.vien. attālumā no Saules,

kur atrodas "asteroīdu josla" – vidēji 2.8 astr.v. no Saules, kas atbilst hipotētiskās sabrukušās planētas – Faetona orbitai.

Asteroīdu tuvošanās Zemei. Nopietni šo problēmu sāka apspriest tikai samērā nesen. 1937.gada jūnijā asteroīds Hermess pagāja garām Zemei tikai 580 000 km attālumā, t.i. bija tikai 1.5 reizes tālāk nekā Mēness! Jau lielāku ažiotažu sacēla Ikara tuvošanās Zemei 1968. gada vasarā. 1949. gadā atklātais asteroīds Ikars apgriežas ap Sauli 409 dienās, tam ir vismazākais vidējais attālums no Saules starp zināmajiem asteroīdiem, tuvojoties Saulei tas tālu ieiet pat Merkūrija orbitās ( $R_M=0.4$  a.v.=60 miljoni km) iekšienē. 1968.g. jūnijā tas pagāja garām Zemei ap 6 miljonu km attālumā, bet kā būs kādā no nākošajām reizēm?

Aprēķini rāda, ka apmēram no 1500 asteroīdiem, kuru izmēri pārsniedz 800 m, ap 10 asteroīdiem ir identificētas orbitas, kas krusto Zemes orbitu, un tādi asteroīdi saduras ar planētām reizi 250 000 gados. Tāpēc tādu sadursmju pēdas sāka meklēt Zemes pagātnes notikumos un iespējamajās katastrofās. Viens no tādiem notikumiem ir dinozauru izmiršana krīta perioda beigās un kainozoja ēras sākumā ap 65 miljoni gadu atpakaļ. Šī notikuma izskaidrojumam ir izvirzītas kādas 3 kosmiskas izcelsmes cēloņu hipotēzes:

- 1) supernovas uzliesmojums,
- 2) sadursme ar asteroīdu,
- 3) sadursme ar komētas kodolu,

un 5 Zemes izcelsmes cēloņu hipotēzes:

- 1) krasa Zemes magnētiskā lauka intensitātes izmaiņa,
- 2) skābekļa pārsātinātība Zemes atmosfērā,
- 3) krasa okeānu atdzišana,
- 4) jūras ūdens sastāva izmaiņa,
- 5) epidēmiska slimība–epizootija,

no kurām asteroīda hipotēze šķiet vispamatotākā.

1980. gadā Nobela prēmijas laureāts fiziķis L.Alvarecs kopā ar F. Azaro un E. Mišelu publicēja hipotēzi, ka dinozauru izmiršana 65 miljoni gadu atpakaļ ir saistāma ar Zemes sadursmi ar asteroīdu vai komētas kodolu. Šī hipotēze tiek pamatota ar to, ka ir vērojama paaugstināta platīna grupas retā metāla – irīdija koncentrācija ļoti plānā ģeoloģiskajā slānī, kas krīta periodu atdala no tam sekojošā paleogenā (terciārā) perioda. Irīdijs ir ļoti reti sastopams uz Zemes, bet daudz lielākos daudzumos tas ir atrodams komētu un asteroīdu sastāvā. Šīs hipotēzes autori uzskata, ka, Zemei saduroties ar asteroīdu vai komētu, gaisā tika pacelts tāds putekļu daudzums, ka Zemes virsma ilgu laiku iegrīma krēslā, krasi izmainījās klimatiskie apstākļi, kas arī noveda pie dinozauru un citu dzīvnieku izmiršanas.

L. Alvareca hipotēzi netieši apstiprina arī visu pārējo datu paleontoloģiskā analīze par dzīvo organismu izmiršanu uz Zemes, tika atklāts, ka masveida izmiršanas atkārtojās ar periodu aptuveni 26 – 28 miljoni gadu. Pēc ģeoloģijas datiem ar ļoti tuvu periodiskumu ir novērota meteorītu krāteru veidošanās maksimumu parādīšanās, pie kam pēdējo 100 miljonu gadu laikā šie notikumi ir pilnīgi sinhroni – 38,65 un 91 miljoni gadu atpakaļ.

Viena no šai sakarā izvirzītajām hipotēzēm ir saistīta ar to, ka Saulei, iespējams, eksistē tumšs pavadoņs – zvaigzne, kas apgriežas ap Sauli pa ļoti izstieptu orbitu ar periodu 26 – 28 miljoni gadu. Tuvojoties Saulei šāds pavadoņs "izsit" no pirmatnējā komētu mākoņa daudz komētu, kas virzās uz Saules sistēmas centru un dažas no šīm komētām trāpa arī Zemei. Teorētiskie aprēķini rāda, ka milzīgos attālumos – ap 150 000 astr.v. no Saules ir milzīgs komētu mākonis, kurā ir milzīgs pirmsplanētu vielas krājums – komētu kodoli ar vairāku km lielu diametru (t.s. Epika–Oorta mākonis). Šādas tumšas zvaigznes Nemezidas (sengrieķu atreibības dieviete) masa varētu būt apmēram 1/3 – 1/12 no Saules

masas, notiek arī tās meklējumi pēc tām perturbācijām, kuras tā varētu atstāt uz ASV kosmisko staciju "Pioneer" trajektorijām, kas atstājušas Saules sistēmu.

Notiek arī konkrēti tās vietas meklējumi, kur būtu notikusi Zemes sadursme ar asteroīdu. Tā 1984.g. A.Hildebrands (no Arizonas universitātes) norādīja uz diviem dziļūdens rajoniem Karību jūrā, kur ir krāteri jūras dibenā, tiek norādīts, ka jūrā rietumos no Kubas ir atrasti milzīgi akmens blūči (līdz 450m biezumā), kuri, iespējams, radušies šīs sadursmes rezultātā. Bez tam seismiskajos pētījumos Kolumbijas piekrastes tuvumā lielā dziļumā ir atrasts kāds svešķermenis ar diametru ap 300 km! (žurnāls "Science" 1990, v.248, p.843). Bez tam Jukatanas pussalā Meksikā ir atklāts meteorīta (asteroīda) krāteris ar diametru 177 km – vislielākais uz Zemes (Известия, 338, 6.12.1990). Tā vai citādi šo Zemes sadursmi ar asteroīdu (komētu?) saista ar Centrālās Amerikas rajonu, par šo tēmu jau publicēti ap 2000 zinātnisku darbu.

## 7. Iespējamās Zemes un asteroīda sadursmes sekas.

Pēc dažu zinātnieku domām katros 50 – 100 miljonus gadu notiek Zemes sadursme ar asteroīdu, kura diametrs ir lielāks par 15 km. Tādas sadursmes rezultātā izdalītos enerģija, kas būtu ekvivalenta 100 miljoniem megatonnu ( $10^8 \times 10^6 = 10^{14}$  tonnu!) trinitrotoluola sprādzienam, kas 10 000 reīzu pārsniedz visu ASV un bijušās PSRS kodolieroču enerģiju. Vislielākā uz Zemes uzspridzinātā PSRS ūdeņraža bumba bija ar ap 66 megatonnu trinitrotoluola ekvivalentu. Arī daudz mazāki asteroīdi ar diametru ap 800 m varētu izraisīt katastrofu, kas būtu ekvivalenta 1000 – 2500 ūdeņraža bumbu sprādzieniem.

Tieši tāda katastrofa varēja notikt 1989. gada 23. martā, kad tādu izmēru asteroīds pagāja garām Zemei apmēram 800 000 km attālumā caur Zemes orbītas punktu, kur tā atradās tikai 6 stundas agrāk, pie kam šo asteroīdu atklāja tikai tad, kad tas jau bija šķērsojis Zemes orbītu (Известия, н. 323, 21.11.1990). Līdzīgs notikums norisinājās 1991.gada sākumā, kad nedaudz lielākā attālumā, ap 8 miljoni km, Zemei garām aiztraucās asteroīds "1991 AQ", kura diametrs ir aptuveni 0.8 – 1.6 km un kuru amerikāņu zinātnieki atklāja 14. janvārī (Известия, н. 32, 7.02.1991). Visi šie notikumi liek dažādām ar kosmonautiku saistītām organizācijām ASV izvirzīt priekšlikumus par starptautisku sadarbību šādu asteroīdu atklāšanā, novērošanā un iespējamo pretsoloju spēšanā. šiem nolūkiem varētu izmantot ASV un bijušās PSRS attīstīto militāro raķešu un kodolieroču tehnoloģiju, īpaši ASV "zvaigžņu karu" programmas izstrādes. Kādas satuvināšanās ar jau zināmiem asteroīdiem ir paredzamas nākotnē parādīts tabulā nākošajā nodaļā.

## 8. Asteroīdi Zemes tuvumā attālumos līdz 10 miljoniem kilometru.

Asteroīds	Asteroīda un Zemes satuvošanās laiks	Vismazākais attālums (milj. km)	Asteroīda izmēri, spožums
Hermess	1937.g. jūnijs	0.58	
Ikars	1968.g. jūnijs	6.0	
Ģeogrāfs (Nr.1620)	1969.g. augusts	9.2	
"	1994.g. aug. beigas	5.0	< 10.4 <sup>m</sup>
Hathors	1976.g. oktobris	1.2	
"	2069.g. oktobris	1.0	
"	2124.g. oktobris	1.5	
"	2185.g. oktobris	0.6	
?	1989.g. 23.marts	0.8	~ 800m diam.
1991 AQ	1991.g. 14. janvāris	<8	~ 0.8 – 1.6 km diam.
Nr. 4179	1992.g. dec.sākums	3.6	7.8 <sup>m</sup>
"	1996.g. nov. beigas	5.3	8.3 <sup>m</sup>
Nr. 4197	1996.g. 26. oktobris	1.3	7.4 <sup>m</sup>
Nr. 3908	1996.g. okt. beigas	9.2	12.9 <sup>m</sup>
Hufu (Nr. 3362)	2045. g. aug. beigas	3.0	
"	2169.g. aug. beigas	>3.0	

## 9. Supernovas – iespējamais Zemes katastrofu vai bojā ejas cēlonis.

Supernova – jeb pārnova, tas ir kādas zvaigznes uzliesmojums ("jauna zvaigzne" – nova), kas ir tik grandiozs, ka tā spožums var sasniegt un pat pārsniegt tās zvaigžņu sistēmas – galaktikas kopīgo (integrālo) spožumu, kurā tā atrodas! Absolūtais supernovas zvaigžņu lielums tās spožuma maksimumā sasniedz  $-19^m$  (zvaigžņu lielumu), tad tās spīdība (pilnā enerģija, ko avots izstaro laika vienībā, Saulei  $L_0=3.86 \times 10^{33}$  ergi/sek) vairāk nekā 4 miljardus reižu pārsniedz Saules spīdību, supernovas uzliesmojumā izdalās ap  $10^{49} - 10^{51}$  ergu enerģijas.

Supernovas pēc to spožuma izmaiņas rakstura pēc uzliesmojuma iedala divos tipos – I un II tipa supernovās. Pirmajam tipam (apzīmē SN I) spožums pēc uzliesmojuma ir maksimāls apmēram vienu nedēļu, pēc tam tas apmēram 25 dienas ilgi samazinās ar ātrumu  $0.1^m$  (zvaigžņu lieluma) diennakti. Pēc tam zvaigznes spožuma pavājināšanās palēninās un 70 dienas pēc uzliesmojuma tā līdz pat brīdim, kad zvaigzne paliek neredzama, norisinās ar konstantu ātrumu. II tipa supernovām (SN II) spožums ir maksimāls apmēram 20 dienas, pēc tam tas samazinās par vairākiem zvaigžņu lielumiem un tad kādu laiku paliek nemainīgs, līdz atkal sāk samazināties līdz zvaigznes nodzišanai. Uzskata, ka supernovās enerģija atbrīvojas to gravitācijas kollapsa rezultātā. Supernovu uzliesmojumi ir ļoti reti. Mūsu Galaktikā vēsturiskajos laikos tādi ir bijuši tikai 3: 1054.g. vasarā (Vērša zvaigznājā, šī sprādziena atliekas ir tā sauktais Krabja miglājs), 1572.g. (to novēroja Tiho Brage) un 1604.g. (to novēroja Johans Keplers). Citās galaktikās novērots ap 480 supernovu uzliesmojumu, pēdējais izcilais uzliesmojums mums visai tuvu (50 kps attālumā) – Lielajā Magelāna Mākonī notika 1987.g. 23.februārī.

## 10. Vai Lielā Magelāna Mākoņa supernovas SN 1987A sprādziens ir satricinājis Sauli un Zemi?

1987.g. 23.februārī Lielajā Magelāna Mākonī uzliesmojusi supernova SN 1987A raksturojās ar kolosālu enerģijas izdališanos. Hipotētisko gravitācijas viļņu reģistrācijai domātā gravitācijas antenna Itālijā pirmo reizi, kā uzskata zinātnieki, ir reģistrējusi nepieredzēti augstas enerģijas gravitācijas viļņu plūsmu, kurus uzskata par ļoti vājiem un grūti reģistrējamiem. Saskaņā ar vispārīgo relativitātes teoriju, tik spēcīga gravitācijas viļņu plūsma būtu sagaidāma, ja būtu uzsprāgusi supernova, kuras masa būtu vismaz 2400 Saules masu, bet pēc citiem datiem supernovas SN 1987A masu novērtē uz 10 – 25 Saules masām.

Tā vai citādi, bet šī sprādziena rezultātā Saule un tās planētas, tai skaitā arī Zeme saņēma milzīgu dažādu fizikālo nesēju (elektromagnētiskā starojuma, neitrīno, gravitācijas viļņu u.c.) pārnestu enerģijas plūsmu, kas varēja uz ilgu laiku būtiski iespaidot uz Saules un Zemes notiekošos procesus.

Normālais Saules aktivitātes cikls, tās plankumu izmaiņa raksturojas ar 11 gadu periodu. 1987.g. sākumā Saule bija mierīga (maz plankumu), bet pēc supernovas uzliesmojuma jau 25. februārī uz tās parādījās plankumi, kuru skaits pēc tam sāka nepārtraukti pieaugt. Kopš pēdējā Saules aktivitātes minimuma bija pagājuši tieši 10 gadu – vismazākais periods pēdējo 150 gadu laikā. Tātad, var uzskatīt, ka minētais Saules aktivitātes pieaugums bija ārējo apstākļu uzspiests. Visu 1989. gadu Saules aktivitāte turpināja pieaugt un 1990. gada sākumā tā tuvojās maksimālajam līdz šim novērotajam līmenim. Lai noskaidrotu, vai tādas pat novirzes no Saules 11 gadu aktivitātes cikla ir notikušas arī pagātnē, izmantoja radiooglekļa analīzi.

Šī metode balstās uz to, ka oglekļa radioaktīvā izotopa  $^{14}\text{C}$  koncentrācija atmosfērā un uz Zemes virsmas pieaug mierīgas, maz aktīvas Saules periodos, jo tad Saules magnētiskie lauki pavājina Zemes aizsardzību no kosmiskajiem stariem. Kosmiskajiem stariem mijiedarbojoties ar Zemes atmosfēras daļiņām veidojas izotops  $^{14}\text{C}$ . Tātad analizējot izotopu koncentrācijas attiecību  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ , (kur  $^{12}\text{C}$  ir parastais neradioaktīvais ogleklis) pagātnē, piemēram koku gadskārtu gredzenos, varam spriest par Saules aktivitātes periodiem, jo tās aktivitātes maksimumos  $^{14}\text{C}$  koncentrācija ir minimālā.

Konstatēts, ka pēc 1054.g. supernovas uzliesmojuma līdz apmēram 1300. gadam ir sekojis ļoti ilgs augstas Saules aktivitātes periods, pie kam posmā starp 1100. – 1250. gadu  $^{14}\text{C}$  koncentrācija ir minimālā un novirzījās no normālās par 10%. šim Saules aktivitātes maksimuma periodam uz Zemes atbilda siltāka klimata laikmets, t.s. viduslaiku klimatiskais optimums.

Savukārt pēc 1572. un 1604. gadu supernovu sprādzieniem sekoja vairāk nekā 100 gadus ilgs Saules aktivitātes kritums, t.s. Maundera minimums, kam Zemeslodes klimatā atbilda “mazais ledus periods”, kaut arī gaisa vidējās globālās temperatūras starpība starp viduslaiku optimumu un mazo ledus periodu bija tikai  $1^{\circ}\text{C}$ . Bet atcerēsimies, ka arī mūsdienās “siltumnīcas efektu” Zemes klimatā kopā ar visām tā vēl neparedzamajām sekām raksturo apmērām tikpat lielas temperatūras izmaiņas.

Iespējams pat, ka mūsdienās Zemes klimata izmaiņas iespaido vairāki faktori reizē:

1) vispārējs Saules aktivitātes kāpinājums supernovas SN 1987A uzliesmojuma rezultātā iespaidojot Saules 11 gadu aktivitātes ciklu,

2) lielā Saules aktivitātes cikla (ar 80 gadu periodu, kura minimums bija 40–tajos gados) jauns uzplūdu posms,



3) "siltumnīcas efekta" pieaugums pārējo faktoru, piemēram, atmosfēras ķīmiskā piesārņojuma, rezultātā.

1987.g. supernovas uzliesmojums varēja arī "iešūpot" Zemi, jo enerģijas plūsma, ko Zeme saņēma šī sprādziena rezultātā, 2–3 lieluma kārtas pārsniedz vislielāko zemestrīču enerģiju un tuvojas visas Zemeslodes tektonisko procesu enerģijai. Varbūt pēdējo gadu lielās zemestrīces Armēnijā, Kalifornijā u.c. arī ir tā sekas?

## 11. Saules kā zvaigznes gals un Zemes liktenis.

No Saules puses Zemeslodi nākotnē sagaida vislielākās nelaimes. Ir zināms, ka Saules tipa zvaigznes saviem kodoldegvielas (galvenokārt ūdeņraža) krājumiem izsīkstot pakāpeniski izplešas, jo to "kodolu degšanas" (kodolreakciju) zona pārvietojas no zvaigznes centrālajiem apgabaliem tuvāk tās virsmai. Tas noved ne tikai pie zvaigznes rādiusa, bet arī pie tās virsmas temperatūras un spīdības palielināšanās. Iepriekšējo 4.6 miljardu gadu laikā Saules spīdība ir pieaugusi apmēram par 30%, turpmāk Saules spīdība pieaugs vēl straujāk (apmēram, 1.5 reizes pēc ~4 miljardiem gadu). Tas neizbēgami novedīs sākumā pie spēcīga siltumnīcas efekta uz Zemes, bet pēc tam pie okeānu uzvārišanās un pilnīgas to iztvaikošanas. Zvaigznes ar Saules lieluma masu savu evolūciju izbeidz pēc 9–10 miljardiem gadu, (t.i. pēc 5–6 miljardiem gadu nākotnē), ar gigantisku sprādzienu pārvērtoties par baltā pundura tipa zvaigzni. Uzsprāgušās zvaigznes – Saules ārējā čaula kā gigantisks viesulis aizņņos garām mūsu planētai un ne tikai pilnīgi "aizpūtīs" projām tās atmosfēru un hidrosfēru, bet arī daļēji iztvaicēs Zemes garozas augšējos slāņus.

Mūsu planētu sistēmas galu astrofiziķis L.Allers apraksta sekojoši:

"Saule pakāpeniski kļūs aizvien spožāka un temperatūra uz Zemes attiecīgi paaugstināsies, līdz kamēr okeāni iztvaikos un Zeme pārvērtīsies par sakarsētiem izdedžiem. Uz īsu brīdi Saule kļūs par gigantu, bet drīz tās ārējā čaula aizlidos ārējā telpā, bet tās kodols sarausies līdz baltajam pundurim ar blīvumu, kas  $10^5 - 10^6$  reizi pārsniedz ūdens blīvumu...Kas notiks ar to vielu, kas pametīs mirstošo Sauli un pakāpeniski sajauksies ar starpzvaigžņu smoga (gāzes) mākoņiem, to mēs nekad neuzzināsim, iespējams, ka tā būs materiāls jaunu zvaigžņu dzimšanai..."

## 12. Mūsu Visuma iespējamais liktenis tālā nākotnē.

Lielos vilcienos Visuma kosmoloģiskā nākotne ir atkarīga no izvēles starp diviem modeļiem – slēgto un vaļējo Visumu. Slēgtā Visuma modeli līdz šim neapstiprina novērojumu dati, nav arī galīgi skaidrs, vai šā modeļa ietvaros ir iespējamās Visuma pulsācijas. Vaļējā Visuma modeli līdz šim vairāk apstiprina novērojumu dati, to atbalsta arī vairums kosmologu.

Apskatīsim iespējamo tālāko notikumu scenāriju vaļējā Visuma modeli ļoti tālā nākotnē, salīdzinot ar kuru pat laiks, kas līdz šim pagājis pēc Lielā Sprādziena – ap 15 miljardi gadu ( $1.5 \times 10^{10}$  g) ir sīka vienība.

1. Pēc  $10^{14}$  gadiem izsmels visus kodolenerģijas resursus un atdzīsīs visas pundurzvaigznes, kuru masa ir daži % no Saules masas. šīs zvaigznes – baltie punduri, atdziestot pārvērtīsies par aukstiem melnajiem punduriem ar apmēram Zemes izmēriem un ļoti lielu blīvumu.



2. Pēc  $10^{15}$  gadiem zvaigžņu savstarpējās tuvošanās kustības dēļ, kaut arī tā ir ļoti reta, visas planētas tiks "atrautas" no to "mātes" zvaigznēm.
3. Pēc  $10^{19}$  gadiem tā paša iemesla (zvaigžņu gadījuma tuvošanās) dēļ vismaz 90% visu zvaigžņu atstās savas galaktikas, bet galaktiku centrālie apgabali saspiedīsies veidojot ļoti masīvus (ar  $\sim 10^9$  Saules masām) melnos caurumus. Tai pašā laikā Visuma permanentās izplešanās dēļ, attālumi starp kaimiņu zvaigznēm sasniegs vairākus miljardus gaismas gadu, kā tagad atrodas vistālākie kvazāri.

Vēl tālākā fantastiskā nākotnē notiks matērijas struktūras kvalitatīvas izmaiņas:

4. Pēc  $10^{65}$  gadiem jebkurš ciets ķermenis pat pie absolūtās nulles kļūs šķidr!
5. Vēl pēc  $10^{1500}$  gadiem jebkura ķīmiska sastāva jebkura viela pārvērtīsies dzelzi (Fe). Tajā pat laikā galvenā vielas daļa – bijušās zvaigznes pārvērtīsies par planētu lieluma izmēru sfēriskiem dzelzs pilieniem.
6. Pēc vairāk nekā  $10^{1026}$  gadiem šie dzelzs pilieni pārvērtīsies vai nu par neitronu zvaigznēm vai par melnajiem caurumiem, kaut arī šajā procesā vēl daudzi aspekti ir neskaidri.

### 13. Pasaules gala simbolika un kosmoloģija.

Jāņa Atklāsmes grāmatā ir vairākas zīmīgas vietas:

**“Un debess savēlās kā grāmata, ko satin, un visi kalni un visas salas tika izkustinātas no savām vietām.”**

(6:14)

**“Ja kas nebija rakstīts dzīvības grāmatā, to iemeta uguns jūrā.”**

(20:15).

**“Es redzēju jaunu Debesei un jaunu Zemi, jo pirmā Debess un pirmā Zeme bija zudusi, un jūras vairs nav.”(21:1).**

Pasaules radīšanas, pasaules sākuma simbols ir ūdens “dziļumi” un “ūdeņi” pār kuriem lidinās Dieva Gars.

Pasaules gala, tās bojā ejas simbols ir uguns. Šie pasaules sākuma un gala simboli “ūdens-uguns” sastopami vairākās mitoloģijās. Bībeles pasaules gala aina vairāk atbilst tās bojā ejai ugunī jeb, kosmoloģijas valodā runājot, matērijas kollapsam ugunīgā lodē pulsējošā Visuma modeli.

Kaut arī pašreiz novērojamā Visuma aina vairāk atbilst vaļējā Visuma modelim ar matērijas izklišanu, atdzišanu un sabrukšanu tumšā, aukstā un “tukšā” Visumā, tomēr nākotnē šī aina var stipri mainīties. Ir visai nopietni argumenti domāt, ka galvenā Visumā esošās matērijas daļa ir koncentrēta t.s. “slēptajā masā”, tad Visuma vidējais blīvums varētu būt pietiekošs slēgtā un pulsējošā (?) tipa Visuma modelim.

Mēs nezīnām Dieva gribu “pēc” pasaules gala, kād nebūs arī telpas un laika, vismaz mums pierastajā nozīmē. “Debess savēlšanās kā satītai grāmatai..” – modernajā fizikā ar to saprot telpas-laika kompaktifikāciju, tā dimensiju “satīšanos”. “Jauna Debess un jauna Zeme” – tā ir augstāka, garīgā realitāte, kas nāks šīs Debess un Zemes, šīs pasaules vietā, kas mums tiks dota vienīgi paļaujoties uz Radītāju.

