

Γλώσσα Μηχανής πριν από τη Μηχανή: Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ως Πρωτο-ΤΝ»

Ξενοφών Διον. Μουσάς,

Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, Τμήμα
Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών, Εθνικό και
Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, κινητό
+306978792891, e-mail: x moussas@phys.uoa.gr e-mail:
x dmoussas@gmail.com

Λέξεις κλειδιά: Αιτιοκρατία, Νόμοι της Φυσικής, Μηχανισμός
των Αντικυθήρων, πρωτο- τεχνητή νοημοσύνη, ο ρόλος των
μαθηματικών και της φυσικής στην ανάπτυξη της γλώσσας

Θερινό Σχολείο

6 Μικρό Θερινό του Ομίλου Αποφοίτων του Διεθνούς
Θερινού Πανεπιστημίου "Ελληνική Γλώσσα, Πολιτισμός
και ΜΜΕ", που πραγματοποιήθηκε στις
25-28 Αυγούστου 2025, στο Αργυρόκαστρο της
Αλβανίας.

Σύνοψη.....	4
1.1 Τι είναι ο Μηχανισμός;	4
1.2 Βασικά χαρακτηριστικά	5
1.2.1 Το Ηπειρώτικο και το Ολυμπιακό ημερολόγιο.....	7
1.2.2 Ιστορική σημασία	7
1.2.3 Πώς σχεδιάστηκε και φτιάχτηκε ο Μηχανισμός	8
1.3 Αιτιοκρατία, Νόμοι της Φύσης και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων	9
1.3.1 Η ελληνική ιδέα της Αιτιότητας	10
1.3.2 Η Αιτιοκρατία ως Κοσμική Μουσική	11
1.3.3 Από την Αρχαιότητα στη Σύγχρονη Επιστήμη	11
1.3.4 Ο Πλάτων και ο Νόμος ως Αρμονία	12
1.3.5 Από την Αρμονία στη Μηχανή	12
1.3.6 Οι Νόμοι της Φύσης ως Μηχανικοί Νόμοι	13
1.4 Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανισμός των Αντικυθήρων	13
1.5 Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και η Γένεση της Υπολογιστικής Σκέψης	15
1.6 βιβλιογραφία	18

ΣΥΝΟΨΗ

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων δεν είναι απλώς αρχαίο ρολόι — είναι το πρώτο υλοποιημένο επιχείρημα υπέρ του Νόμου της Φύσης. Δείχνει ότι το σύμπαν είναι προβλέψιμο, αρμονικό και αιτιοκρατικό. Είναι ο υλικός Πλάτων, ο μηχανικός Πυθαγόρας, και η μαθηματική Αριστοτελική Φύση σε μία συσκευή.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων δεν είναι μόνο ένα τεχνολογικό θαύμα της αρχαιότητας, αλλά και η πρώτη μορφή «Τεχνητής Νοημοσύνης». Σε μια εποχή χωρίς λογισμικό, οι Έλληνες μηχανικοί «έγραψαν» μια γλώσσα μηχανής με γρανάζια, ικανή να προβλέπει εκλείψεις, κινήσεις πλανητών, φάσεις Σελήνης και Ολυμπιακούς Αγώνες. Η λειτουργία του δεν περιορίζεται σε μηχανικές κινήσεις· αποτελεί υλική ενσάρκωση γνώσης και πρόβλεψης. Η μηχανική του νοημοσύνη εκφράζεται με αριθμούς, δόντια, κύκλους και φυσικούς νόμους. Ο Μηχανισμός αποδεικνύει την ελληνική πεποίθηση ότι ο κόσμος μπορεί να κατανοηθεί και προβλεφθεί με την αιτιοκρατία και του νόμους της φυσικής. Αυτή η αντίληψη θεμελιώνει τη σύγχρονη επιστήμη και υπολογιστική σκέψη και συμβάλλει, στα μαθηματικά και η φυσική, αλλά και στην δημιουργία και εξέλιξη της γλώσσας.

1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ;

Ο Μηχανισμός είναι ένας μικρού μεγέθους μηχανικός αναλογικός και ψηφιακός υπολογιστής. Λειτουργεί με γρανάζια που εκτελούν μαθηματικούς υπολογισμούς που προβλέπουν αστρονομικά φαινόμενα, π.χ. πού θα είναι η Σελήνη απόψε στις 10 μ.μ., τότε θα έχουμε έκλειψη Ηλίου ή Σελήνης κ.λπ.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένας αρχαίος ελληνικός μηχανικός υπολογιστής, κατασκευασμένος περίπου γύρω στο 150–100 π.Χ., που ανακαλύφθηκε σε ναυάγιο κοντά στο νησί των Αντικυθήρων το 1901. Είναι ο πιο παλαιός γνωστός αναλογικός υπολογιστής και θεωρείται απόδειξη της προχωρημένης τεχνολογίας των Ελλήνων κατά την Ελληνιστική περίοδο. Λειτουργεί με γρανάζια που κάνουν μαθηματικές πράξεις, για να προβλέψει φυσικά φαινόμενα, όλα τα αστρονομικά φαινόμενα που γνώριζαν εκείνη την εποχή.

1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα βασικά χαρακτηριστικά και η φιλοσοφική βάση και σημασία του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι ανυπέρβλητα. Ο Μηχανισμός είναι η επιτομή της Ελληνικής φιλοσοφίας, διότι βασίζεται στην πυθαγόρεια αρχή ότι τα στοιχεία της φύσης είναι μαθηματικά.

Η βασικότερη λειτουργία είναι ο προσδιορισμός του χρόνου, της ημερομηνίας, ώστε να γνωρίζουν τι καιρό να περιμένουν.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελεί το αρχαιότερο γνωστό υπολογιστικό όργανο της ανθρωπότητας, ένα μηχανικό «μοντέλο του σύμπαντος» που ενσάρκωσε τη μαθηματική κοσμολογία των Ελλήνων. Τα γρανάζια του μηχανισμού υπολόγιζαν τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης. Η θέση της Σελήνης προσδιορίζεται σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Κέπλερ — δηλαδή με μεταβαλλόμενη ταχύτητα κατά μήκος της ελλειπτικής τροχιάς. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση τεσσάρων τροχών δύο από τα οποία είναι έκκεντρα και συνδέονται με ένα πείρο μετατρέπονταν την ισοταχή κίνηση σε μεταβλητή κατά Κέπλερ.



1 Τα τρία μεγαλύτερα θραύσματα από τα 82 κομμάτια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Αθήνα

Βασική λειτουργία είναι και αυτή του συγχρονισμού ηλιακού και σεληνοηλιακών ημερολογίων, εναρμονίζοντας το έτος με τους σεληνιακούς μήνες μέσω του Μετωνικού (19 έτη), του Καλλιππικού (76 έτη) και της Οκταετηρίδας με την οποία προσδιορίζεται η εποχή τέλεσης των Ολυμπιακών Αγώνων, των Πυθίων, Νεμέων, Νάων, Ισθμίων και Αλιείων. Με τις περιοδικότητες του Σάρου και του Εξελιγμού προβλέπει τις εκλείψεις.

Είναι πολύ πιθανό ότι απεικόνιζε και τις κινήσεις των πλανητών, όπως τα πλανητάρια του Αρχιμήδη και του Ποσειδωνίου, με μηχανισμούς έκκεντρων και επιγείων τροχών. Σύμφωνα με τον Πρόκλο, οι πίνακες και οι μηχανές των αρχαίων «δεικνύουσιν ἀενάως τὴν τοῦ ἡλίου κίνησιν» — δηλαδή λειτουργούσαν ως ρολόγια, αποτυπώνοντας την έννοια του χρόνου κατά Πλάτωνα και Αριστοτέλη, σύμφωνα με τους οποίους «χρόνος ἐστὶν ἡ τοῦ ἡλίου κίνησις». Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων υπήρξε έτσι όχι μόνο ένα αστρονομικό εργαλείο αλλά και μια μηχανή χρόνου, που συνέδεε τον

ουρανό με τη γη μέσα από την αιώνια τάξη των νόμων της φύσης.

1.2.1 Το Ηπειρώτικο και το Ολυμπιακό ημερολόγιο

Έχει το βασικό σεληνοηλιακό Ηπειρώτικο ημερολόγιο που βασίζεται στο Μετωνικό κύκλο (19 έτη). Αυτό το ημερολόγιο χρησιμοποιούσαν στην Ήπειρο, Βουθρωτό, Δωδώνη, Αμβρακία, Κέρκυρα, Απολλωνία, κ.α. Το ημερολόγιο αυτό χρησιμοποιούμε για το Πάσχα. Χρησιμοποιείται από πολλά άλλα όπως το Εβραϊκό ημερολόγιο το οποίο χρησιμοποιεί τον Μετωνικό κύκλο άμεσα και ονομαστικά, από άλλα, τα οποία χρησιμοποιούν κύκλους, περιοδικότητες, 19 ετών για σεληνοηλιακό συγχρονισμό, αλλά χωρίς την ονομασία «Μετωνικός», το Ινδικό/βραχμανικό ημερολόγιο, όπου υπάρχει συγχρονισμός περίπου ανά 19 χρόνια, προσαρμοσμένος στους εμβόλιμους μήνες, με αστρονομικές μεθόδους παρόμοιες με τον Μετωνικό κύκλο. Αναπτύχθηκε από τον Μέτωνα την εποχή του Σωκράτη και του Πλάτωνα. Το Ηπειρώτικο ημερολόγιο ανήκει στη μεγάλη οικογένεια των Δωρικών ημερολογίων και ειδικότερα στα Κορινθιακά ημερολόγια. Έχει επίσης το ημερολόγιο των Ολυμπιακών αγώνων που βασίζεται στον Οκταετή κύκλο του Ήλιου, της Αφροδίτης, της Γης και της Σελήνης.

1.2.2 Ιστορική σημασία

Αποδεικνύει ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν υψηλή τεχνολογία και είχαν κατασκευάσει πολύπλοκα ρολόγια και υπολογιστές για αστρονομικούς σκοπούς αιώνες πριν την χρήση παρόμοιων μηχανισμών από τους Άραβες και την Ευρώπη. Αποδεικνύει προχωρημένη τεχνογνωσία σε μηχανική και μαθηματική αστρονομία. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν κατασκευασμένος από μπρούντζο και ξύλινο πλαίσιο, με διακοσμήσεις που έχουν χαθεί. Δημιουργήθηκε γύρω στο 150–100

π.Χ. από Έλληνα φιλόσοφο και έμοιαζε με περίπλοκο αστρονομικό ρολόι με δύο όψεις. Περιείχε πάνω από 30 γρανάζια που εκτελούσαν μαθηματικούς υπολογισμούς για την αναπαράσταση ουράνιων φαινομένων. Υπολόγιζε τις θέσεις Ήλιου και Σελήνης, τις φάσεις της Σελήνης, τις εκλείψεις και πιθανόν τις κινήσεις των πέντε γνωστών πλανητών. Διέθετε ημερολόγια και παρουσίαζε τα αποτελέσματα με δείκτες σε κλίμακες. Ο δείκτης της Σελήνης είχε ρεαλιστική μεταβλητή ταχύτητα, μέγιστη στο περίγειο και ελάχιστη στο απόγειο, σύμφωνα με αρχές που θυμίζουν τον 2ο νόμο του Κέπλερ. Ο Μηχανισμός αποτελεί προϊόν υψηλής γνώσης Αστρονομίας και Μαθηματικών, με ρίζες στην Ιωνία, τη Μεγάλη Ελλάδα, την Αθήνα, τις Συρακούσες και την Αλεξάνδρεια. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα από τα σημαντικότερα αρχαιολογικά ευρήματα. Αποδεικνύει ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν αναπτύξει όχι μόνο φιλοσοφία, θέατρο, προηγμένα μαθηματικά, αστρονομία, μεταλλουργία, αλλά και κυρίως υψηλή τεχνολογία, κάτι που για πολλούς είναι εντελώς απροσδόκητο, λες και αυτοί που δημιούργησαν τον Παρθενώνα αντισεισμικό τον έκαναν χωρίς υψηλή τεχνολογία.

1.2.3 Πώς σχεδιάστηκε και φτιάχτηκε ο Μηχανισμός

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελεί το αποκορύφωμα της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας και φιλοσοφίας, καθώς ενσωματώνει τη λογική και την αιτιοκρατία σε μια υλική κατασκευή. Σχεδιάστηκε και προγραμματίστηκε με βάση τους νόμους της φυσικής, όπως τους αντιλαμβάνονταν οι Έλληνες πριν από περισσότερους από 22 αιώνες, εκφρασμένους μέσα από τα μαθηματικά. Αν και θεωρείται χειροκίνητος με χρήσημανιβέλας, υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι αποτελούσε ρολόι με συνεχή κίνηση, όπως περιγράφει

ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς, ο οποίος μιλά για λειτουργία με βάρη, αντίβαρα και πλωτήρα για τον χρονισμό.

Η κατασκευή του δεν ήταν τυχαία· βασίστηκε σε μια βαθιά πυθαγόρεια κοσμοθεωρία που έβλεπε τη φύση ως αρμονικό σύνολο, εκφρασμένο μέσω συμμετριών και μαθηματικών νόμων. Η πίστη στην «Μουσική των Σφαιρών» και στην αιτιοκρατία οδήγησε σε μια τεχνολογική επιτομή της φιλοσοφίας, όπου η αιτία καθορίζει την εξέλιξη των φαινομένων. Ο Μηχανισμός αποδεικνύει ότι οι Έλληνες δεν περιορίστηκαν στη φιλοσοφία και στα μαθηματικά, αλλά προχώρησαν στη δημιουργία εφαρμοσμένων εργαλείων που μετέτρεπαν τη θεωρητική γνώση σε πρακτική πρόβλεψη.

Πέρα από την τεχνολογική του σημασία, ο Μηχανισμός μπορεί να ιδωθεί και ως η πρώτη μορφή Τεχνητής Νοημοσύνης. Ενσωματώνει την ικανότητα υπολογισμού, πρόβλεψης και μοντελοποίησης του κόσμου μέσα από μια «γλώσσα μηχανής» γραμμένη σε γρανάζια, κύκλους και αριθμούς. Δεν είναι μια παθητική μηχανή, αλλά μια υλική ενσάρκωση γνώσης, που «σκέφτεται» μέσω κινήσεων. Όπως η σύγχρονη ΤΝ, βασίζεται σε μοντέλα πρόβλεψης, αλλά η διαφορά είναι ότι χρησιμοποιεί χαλκό και μηχανική αρχιτεκτονική αντί για bits και αλγόριθμους. Στο κέντρο αυτής της δημιουργίας βρίσκεται η ελληνική φιλοσοφική ιδέα ότι ο κόσμος μπορεί να υπολογιστεί — μια ιδέα που αποτελεί τη ρίζα της επιστήμης, της τεχνολογίας και της σημερινής υπολογιστικής.

1.3 ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΑ, ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΚΑΙ Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Η Αιτιοκρατία, Νόμοι της Φυσικής και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα θέμα απόλυτα συνεπές με την

ελληνική φυσιοκρατική παράδοση που συνδέει την αιτιοκρατία, τους νόμους της φύσης, και τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, όπως αυτοί νοούνται στη φιλοσοφική και επιστημονική συνέχεια από τον Πλάτωνα, τον Αριστοτέλη και τον Πυθαγόρα έως τους Έλληνες μηχανικούς και αστρονόμους.

1.3.1 Η ελληνική ιδέα της Αιτιότητας

Στην αρχαία ελληνική σκέψη, τίποτα δεν συμβαίνει τυχαία. Ο Ηράκλειτος λέει:

“Πάντα κατ’ ἔριν γίγνεται καὶ κατὰ τὸν λόγον.” Δηλαδή: όλα γίνονται σύμφωνα με κάποια τάξη, έναν Λόγο — έναν Νόμο. Αυτός ο νόμος είναι η αναγκαιότητα (ἀνάγκη) που διαπερνά τη φύση.

Για τον Αναξίμανδρο και τον Πλάτωνα, η φύση διέπεται από ρυθμούς, περιοδικότητες και αναλογίες. Αυτές οι αναλογίες, είτε εκφράζονται ως μουσικοί λόγοι είτε ως μαθηματικές αρμονίες, είναι οι ίδιοι οι νόμοι της φύσης.



2 Ο μηχανισμός της Σελήνης. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Αθήνα

1.3.2 Η Αιτιοκρατία ως Κοσμική Μουσική

Ο Πυθαγόρας διδασκε ότι οι κινήσεις των πλανητών είναι μουσική, “ή αρμονία τῶν σφαιρῶν”.

Αυτό δεν είναι ποιητική μεταφορά· είναι φυσική αρχή: η τάξη των αριθμῶν, η συμμετρία των κύκλων και η ρυθμική τους σχέση παράγουν τον Κόσμο. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ορατή μουσική, ένα “πλανητικό ὄργανο” που κάνει αισθητή την αρμονία της αιτιότητας.

1.3.3 Από την Αρχαιότητα στη Σύγχρονη Επιστήμη

Η ίδια φιλοσοφία αναβίωσε στον Νεύτωνα: “Η φύση είναι ένα μαθηματικό σύστημα δυνάμεων.” Αυτό είναι το πνεύμα του Μηχανισμού: μια μηχανή που λειτουργεί με τον Λόγο, τους νόμους της φύσης και μαθηματικές σχέσεις. Από τον Αρχιμήδη έως τον Νεύτωνα, η ελληνική ιδέα ότι ο κόσμος είναι ένα μαθηματικό σύστημα δυνάμεων παραμένει ζωντανή. Ο Αρχιμήδης θεμελιώνει την άποψη ότι η φύση υπακούει σε νόμους ισορροπίας και κίνησης· κάθε δύναμη, κάθε ροπή, κάθε σημείο στήριξης μπορεί να εκφραστεί με μαθηματική ακρίβεια. Αυτή η πεποίθηση, ότι το σύμπαν δεν είναι χαοτικό αλλά λογικά δομημένο, περνά μέσα από τους Πυθαγόρειους, τον Πλάτωνα και τον Πρόκλο, ώσπου αναβιώνει στον Νεύτωνα, ο οποίος με τα Principia Mathematica αποδεικνύει ότι οι ίδιες γεωμετρικές σχέσεις που εξηγούν έναν μοχλό εξηγούν και την κίνηση των πλανητών.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελεί το πιο απτό τεκμήριο αυτής της συνέχειας· ένα αρχαίο υπολογιστικό ὄργανο που αποδίδει με τροχούς και γρανάζια την περιοδικότητα του ουρανού. Δεν είναι απλώς μηχανή, αλλά σύμβολο της ελληνικής αιτιοκρατικής σκέψης: ότι η φύση μπορεί να μετρηθεί, να κατανοηθεί και να

αναπαραχθεί. Στον Αρχιμήδη η δύναμη είναι γεωμετρία, στον Πλάτωνα είναι αρμονία, και στον Νεύτωνα γίνεται καθολικός νόμος. Η ίδια φιλοσοφία διαπερνά τους αιώνες: η φύση δεν ενεργεί τυχαία, αλλά σύμφωνα με νόμους — ένας κόσμος όπου το θείο ταυτίζεται με την καθολική μαθηματική τάξη του σύμπαντος. Η ελληνική αιτιοκρατία έγινε θεμέλιο της επιστήμης.

1.3.4 Ο Πλάτων και ο Νόμος ως Αρμονία

Στον *Τίμαιο*, ο Πλάτων παρουσιάζει έναν κόσμο που ο Δημιουργός (όχι θεός με τη σύγχρονη έννοια, αλλά η *νομοτέλεια της φύσης*) ρυθμίζει σύμφωνα με αριθμούς, συμμετρίες και κυκλικές κινήσεις. Η κίνηση των ουρανίων σωμάτων δεν είναι τυχαία, αλλά εκδήλωση της αρμονικής νομοτέλειας του σύμπαντος, όπως “Ο Θεός άει γεωμετρεί.” Επισημαίνει και απαιτεί ο Πλάτων, στον *Γοργία*. Αυτό σημαίνει ότι η Φύση *λειτουργεί μηχανικά* μέσα από αναλογίες, όχι μέσα από τύχη ή αυθαιρεσία. Κάθε ουράνιο σώμα κινείται κατά νόμον, με μαθηματικά προβλέψιμο τρόπο.

1.3.5 Από την Αρμονία στη Μηχανή

Αυτή η ιδέα της νομοτελούς φύσης υλοποιείται μηχανικά στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Η ίδια η συσκευή είναι ένα μοντέλο της αιτιοκρατικής κοσμολογίας.

Οι οδοντωτοί τροχοί του Μηχανισμού εκτελούν την αιτία και το αποτέλεσμα σε καθαρή μορφή:

Κάθε κίνηση ενός γραναζιού προκαλεί αναγκαστικά την κίνηση ενός άλλου και αντιστοίχων αξόνων και δεικτών που δείχνουν το αποτέλεσμα των υπολογισμών.

Οι κινήσεις αυτές αντιστοιχούν σε ουράνια φαινόμενα — φάσεις της Σελήνης, εκλείψεις, κύκλους πλανητών.

Έτσι, ο Μηχανισμός είναι μια υλική απεικόνιση της αιτιοκρατίας:

το αποτέλεσμα (π.χ. μια έκλειψη) *παράγεται αναγκαία* από την αιτία (την προηγούμενη θέση του Ήλιου και της Σελήνης).

1.3.6 Οι Νόμοι της Φύσης ως Μηχανικοί Νόμοι

Οι αρχαίοι Έλληνες δεν διαχώριζαν “θεία βούληση” από “φυσικούς νόμους” — για αυτούς, το “θείον” ήταν η ίδια η Τάξη της φύσης, οι νόμοι της φυσικής.

Ο Αριστοτέλης γράφει στα *Μετά τα Φυσικά*: “Φύσις οὐδὲν μάτην ποιεῖ.” Η φύση δεν κάνει τίποτα χωρίς λόγο.

Αυτή η ρήση είναι το θεμέλιο της αιτιοκρατικής επιστήμης: κάθε φαινόμενο έχει αιτία και νόμο.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι η πρώτη κατασκευή που ενσωματώνει αυτόν τον νόμο στην ύλη — ένα σύστημα όπου *τίποτα δεν γίνεται τυχαία*.

1.4 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Η τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝ) είναι η ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπου: υπολογισμούς, λογικές αποφάσεις, μάθηση, σχεδιασμό και δημιουργικότητα — δηλαδή διαδικασίες πρόβλεψης και εκτίμησης του αγνώστου. Παρότι ο όρος είναι σύγχρονος, η φιλοσοφική του ρίζα βρίσκεται βαθιά στην ελληνική σκέψη, εκεί όπου το «νοεῖν» και το «λογίζεσθαι» ταυτίζονταν με την Τάξη του Κόσμου. Οι αρχαίοι Έλληνες δεν διαχώριζαν τη θεία βούληση από τους νόμους της φύσης: το θείον ήταν η ίδια η νομοτέλεια του σύμπαντος — ο «Λόγος» του Ιωάννη: «Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ Λόγος».

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, κατασκευασμένος τον 2ο αιώνα π.Χ., αποτελεί υλική ενσάρκωση αυτής της φιλοσοφίας. Είναι το αρχαιότερο γνωστό υπολογιστικό

σύστημα, που αποτυπώνει σε οδοντωτούς τροχούς την μαθηματική περιοδικότητα της φύσης. Κάθε γρανάζι είναι σαν μια «μεταβλητή BYTE»: κάθε δόντι του αντιπροσωπεύει ένα bit πληροφορίας, κάθε κύκλος μια εντολή. Όπως η TN σήμερα «εκπαιδεύεται» σε δεδομένα για να προβλέπει, έτσι και ο Μηχανισμός «εκπαιδεύτηκε» πάνω σε παρατηρήσεις, νόμους και κύκλους· μετέτρεψε την αστρονομική εμπειρία σε υπολογιστικό μοντέλο ικανό να προβλέπει εκλείψεις, κινήσεις πλανητών και χρονολογικούς κύκλους αιώνων.

Ο Μηχανισμός δεν είναι απλώς αρχαίο ρολόι, αλλά μια προ-ψηφιακή μηχανή λογισμού. Οι Έλληνες μηχανικοί και αστρονόμοι, όπως ο Αρχιμήδης, πίστευαν ότι ο κόσμος είναι μια μηχανή που υπακούει σε μαθηματικούς νόμους. Αυτή η πίστη στην αιτιοκρατία —ότι κάθε φαινόμενο έχει υπολογίσιμη αιτία— βρίσκεται στον πυρήνα τόσο της αρχαίας επιστήμης όσο και της σύγχρονης τεχνητής νοημοσύνης. Από τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων έως τους αλγορίθμους των νευρωνικών δικτύων, ο σκοπός παραμένει ο ίδιος: να περιγραφεί ο κόσμος ως σύστημα σχέσεων που μπορεί να προβλεφθεί, να κατανοηθεί και τελικά να «νοήσει» τον εαυτό του.

Ο Μηχανισμός, έτσι, δεν είναι απλώς τεχνολογικό θαύμα· είναι προφητεία της εποχής των υπολογιστών, μια μαρτυρία ότι η αναζήτηση της γνώσης και της Τάξης μέσα στο Χάος υπήρξε ανέκαθεν το ύψιστο έργο του ανθρώπινου νου.



3 Το εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού. Αναφέρεται στους νόμους της φυσικής που χρησιμοποιεί για την πρόβλεψη των εκλείψεων και των φάσεων της Σελήνης.

1.5 Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΓΕΝΕΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων δεν είναι απλώς μια αρχαία μηχανή· είναι η υλική απόδειξη μιας μεταφυσικής αρχής: ότι ο κόσμος είναι τάξις, λόγος, και επομένως υπολογίσιμος.

Οι Έλληνες φιλόσοφοι, από τον Αναξίμανδρο και τον Πυθαγόρα έως τον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη, πίστευαν ότι η φύση δεν ενεργεί στην τύχη, αλλά σύμφωνα με αριθμούς και αναλογίες. Ο κόσμος, για αυτούς, δεν ήταν χάος, αλλά μηχανή με ρυθμό και νόμο

— κάτι που μπορεί να περιγραφεί, να προβλεφθεί και να αναπαραχθεί.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων υλοποιεί αυτήν ακριβώς την πεποίθηση.

Οι οδοντωτοί τροχοί του είναι το αλφάβητο μιας γλώσσας της φύσης: κάθε δόντι αντιπροσωπεύει μια μαθηματική σχέση, κάθε κύκλος μια περιοδικότητα του ουρανού, κάθε δείκτης μια προβολή του μέλλοντος.

Πράγματι· για τους αρχαίους Έλληνες, το “θείον” δεν ήταν μια εξωτερική δύναμη που επέβαλλε τη βούλησή της στη φύση, αλλά η ίδια η αρμονία, η λογική και η νομοτέλεια που διέπει τον κόσμο. Ο κόσμος δεν υπακούει σε αυθαίρετη θεϊκή βούληση· είναι το ίδιο το θείο, εκφρασμένο μέσα από νόμους, ρυθμούς και αναλογίες. Ο Πλάτων, ο Αριστοτέλης και ο Πυθαγόρας θεωρούσαν ότι το “θείον” είναι το νοῦν — η διάνοια του σύμπαντος, η μαθηματική τάξη που καθιστά τα φαινόμενα κατανοητά. Έτσι, η φυσική και η θεολογία δεν χωρίζονται· ο “Θεός” είναι η αιτία, η μορφή και η λογική της φύσης. Αυτή η αντίληψη εξηγεί γιατί η ελληνική επιστήμη αναπτύχθηκε μέσα σε φιλοσοφικό πλαίσιο, όχι ως αντίπαλος της πίστης, αλλά ως αποκάλυψη της θείας τάξης μέσα στην ύλη. Το ίδιο πνεύμα συναντούμε αιώνες αργότερα στον Ευαγγελιστή Ιωάννη: “Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ Λόγος, καὶ ὁ Λόγος ἦν πρὸς τὸν Θεόν, καὶ Θεὸς ἦν ὁ Λόγος.” Ο “Λόγος” εδώ είναι ο λόγος των Ελλήνων — η λογική αρχή που συνέχει τα πάντα, η ίδια αρχή που οι φυσικοί ονόμασαν “νόμο της φύσης”. Έτσι, η ελληνική και η χριστιανική κοσμοθεώρηση ενώνονται: το θείον είναι η καθολική Λογική, η μαθηματική ψυχή του κόσμου.

Είναι μια μηχανική πρόταση περί του κόσμου: «Εφόσον ο κόσμος είναι αρμονία, μπορεί να κατασκευαστεί ένα όργανο που να τον υπολογίζει.» Αυτό είναι το πνεύμα

της υπολογιστικής σκέψης — η πεποίθηση ότι κάθε φυσικό φαινόμενο, όσο πολύπλοκο κι αν φαίνεται, μπορεί να αναλυθεί σε κανόνες, μετασχηματισμούς και πράξεις.

Στο βάθος, ο Μηχανισμός είναι το πρώτο υπολογιστικό μοντέλο του σύμπαντος:

ένα σύστημα που μετατρέπει την παρατήρηση σε πρόβλεψη, το παρόν σε μέλλον, την εμπειρία σε νόμο.

Με αυτή την έννοια, αποτελεί τον συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στα μαθηματικά, τη φυσική και τη γλώσσα: όπως η γλώσσα επιτρέπει την έκφραση σκέψεων μέσω συμβόλων και συντακτικών κανόνων, έτσι και ο Μηχανισμός εκφράζει τη λειτουργία του κόσμου μέσω μηχανικών συμβόλων και νομοτελών σχέσεων.

Η ελληνική σύλληψη του Λόγου — ως λογικής, λόγου και αναλογίας — βρίσκει εδώ την πιο κυριολεκτική της μορφή: ο κόσμος γίνεται μηχανήμα. Η φύση προβλέπεται μέσω των σχέσεων των οδοντωτών τροχών. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων δείχνει ότι η ελληνική διάνοηση δεν στοχάστηκε απλώς, αλλά κατασκεύασε τον μηχανικό κόσμο.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ πολύ την καθηγήτρια Κυρία Νικολέττα Τσιτσανούδη-Μαλλίδη, Κυρία Δέσποινα Στεφανου, Κύριο Εμίλ Θεοδωρόπουλο για την επιμέλεια, τους διοργανωτές του Διεθνούς Θερινού Πανεπιστημίου «Ελληνική Γλώσσα, Πολιτισμός και ΜΜΕ», το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστήμιο Αργυροκάστρου, τον Όμιλο Αποφοίτων Θερινού Σχολείου «Πατρίδα μας η γλώσσα».

1.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, M. W. Ambrisco, M. Anastasiou, D. Bate, Y. Bitsakis, A. Crawley, M.G. Edmunds, D. Gelb, R. Hadland, P. Hockley, A. Jones, T. Malzbender, H. Mangou, X. Moussas, A. Ramsey, J.H. Seiradakis, J. M. Steele, A.Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 *General Preface to the Publication of the Inscriptions*, *Almagest* 7-1, 4-35.
- Anastasiou, A., Y. Bitsakis, A. Jones, X. Moussas, A. Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 *The Front Cover Inscription*, *Almagest*, 7-1, 250-297.
- Anastasiou, M. Y. Bitsakis, A. Jones, J. M. Steele, M. Zafeiropoulou, 2016 *The Back Dial and Back Plate Inscriptions*, *Almagest*, 7-1, 138-215.
- Bromley A.G. 1986 *Notes on the Antikythera Mechanism*, *Centaurus*, vol. 29, pp. 5-27.
- Bromley A.G. 1990a *The Antikythera Mechanism*, *Horological Journal*, vol. 132, pp. 412-415.
- Bromley A.G. 1990b *The Antikythera Mechanism: A Reconstruction*, *Horological Journals*, July 1990, pp. 28-31.
- Freeth, T. 2002 *The Antikythera Mechanism: 1. Challenging the Classic Research*, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, 2, 21-35.
- Freeth, T. 2002 *The Antikythera Mechanism: 2. Is it Posidonius' Orrery?*, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, 2, 45-58.
- Freeth, T., 2009 *Decoding an Ancient Computer*, *Scientific American*, 301, 6 : 76-83.
- Freeth, T., 2014 *Eclipse Prediction on the Ancient Greek Astronomical Calculating Machine Known as the Antikythera Mechanism*. *PLoS ONE* 9 7 : e103275.
- Freeth, T., Y. Bitsakis, X. Moussas, J. H. Seiradakis, A. Tselikas, H. Mangou, M. Zafeiropoulou, R. Hadland, D. Bate, A. Ramsey, M. Allen, A. Crawley, P. Hockley, T. Malzbender, D. Gelb, W. Ambrisco, M. G. Edmunds, 2006 *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*, *Nature*, 444, 587-591.
- Freeth, T., & Jones, A., 2012 *The Cosmos in the Antikythera Mechanism*. New York University: Institute for the Study of the Ancient World ISAW Papers 4 <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4>
- Freeth, T., A. Jones, J. M. Steele & Y. Bitsakis, 2008 *Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism*, *Nature*, 454, 614-617.

- Freeth, T., Bitsakis, Y., Moussas, X., Seiradakis, J.H., Tselikas, A., Mangou, H., Zafeiropoulou, M., Hadland, R., Bate, D., Ramsey, A., Allen, M., Crawley, A., Hockley, P., Malzbender, T., Gelb, D., Ambrisco, W. and Edmunds, M.G. 2006 *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*, Nature 444, 587.
- Freeth, T., Jones, A., Steele, J.M. & Bitsakis, Y. 2008 ; Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism, Nature 454, 614.
- Moussas, X. 2011 and 2012 (2nd edition), *Antikythera Mechanism, PINAX TABLET the first computer and mechanical Cosmos* (in Greek), Ed. Hellenic Physical Union, Athens
- Moussas, X., 2010 *The Antikythera Mechanism*. In Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom pp. 113-128. Sense Publishers
- Moussas, X., 2014 *Antikythera Mechanism, The oldest computer and Mechanical Cosmos 2nd century BC*, University of Birmingham, ISBN 978-0-7044-2845-4
- Price Derek J. de Solla, 1955 *Clockwork before the Clock*, Horological Journal, pp. 811-813, December 1955, pp. 31-34 and January 1956, pp. 31-34.
- Price, D.J. de Solla 1956 *Clockwork before the Clock*, Horological Journal, 97, 811.
- Price, D. de Solla, 1974 *Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism – A calendar computer from ca. 80 BC*, Transactions of the American Philosophical Society, NS, vol. 64, Part 7, Philadelphia
- Seiradakis, J.H., & Edmunds, M.G. 2018 *Our current knowledge of the Antikythera Mechanism*. Nature Astronomy, 1.
- Voulgaris, A. 2016 in *The Antikythera Mechanism*, pp. 538-549, Academy of Institutions and Cultures, Thessaloniki
- Voulgaris, A., Vossinakis, A., Mouratidis, C. 2017 *The new findings from the astronomical dial front plate of the Antikythera Mechanism*, Archeomatica International, Special Issue (3), Volume VIII, pages 6-18
- Voulgaris, A., Mouratidis, C., Vossinakis, A. 2018 *Conclusions from the functional reconstruction of the Antikythera Mechanism*, Journal for the History of Astronomy, υπό έκδοση
- Wright, M.T., Bromley, A.G., Magkou, E. 1991 *Simple X-Ray Tomography and the Antikythera Mechanism*, PACT 45 1995. In: Proceedings of

- the Conference Archaeometry in South-Eastern Europe, pp. 531-543, April 1991
- Wright, M.T. 2002 *A planetarium display for the Antikythera mechanism*, Horological Journal 144/ 5 pp. 169-173, and 144/ 6, p. 193.
- Wright, M.T., 2003a *The Scholar, the Mechanic and the Antikythera Mechanism*. Bulletin of the Scientific Instrument Society, No. 80, pp. 4-11.
- Wright, M.T. 2003b *Epicyclic gearing and the antikythera mechanism*, Part I, Antiquarian Horology 27/ 3, pp. 270-279.
- Wright, M.T. 2005a *The Antikythera mechanism: a new gearing scheme*, Bulletin of the Scientific Instrument Society 85, pp. 2-7.
- Wright, M.T. 2005b *Epicyclic gearing and the Antikythera mechanism*, Part II, Antiquarian Horology 29/ 1, pp. 51-63.
- Wright, M.T. 2005c *Counting months and years: the upper back dial of the Antikythera mechanism*, Bulletin of the Scientific Instrument Society 87, pp. 8-13.
- Wright, M.T. 2006a *The Antikythera mechanism and the early history of the moon-phase display*, Antiquarian Horology 29/ 3 pp. 319-329.
- Wright, M.T. 2006b *Understanding the Antikythera mechanism*. In: Proceedings 2nd International Conference on Ancient Greek Technology, Technical Chamber of Greece, Athens, pp. 49-60.
- X-Tek Systems Ltd, *3-D Computed Tomography* 2006.
<http://www.xtek.co.uk/ct/>
- Αναστασίου Μαγδαληνή, 2014 *Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Αστρονομία και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα*, διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Λάζος, Χρήστος 1994 *Ο υπολογιστής των Αντικυθήρων*, Αίολος, Αθήνα.
- Λάζος, Χρήστος 1997 *Η περιπέτεια της τεχνολογίας στην αρχαία Ελλάδα*, Υδραυλις, πτήση Δαίδαλου, Αίολος, Αθήνα.
- Μουσά, Ξ. Δ., 1996, *Αστρολάβος*, Εγκυκλοπαίδεια Εκδοτικής Αθηνών, Αθήνα.
- Μουσάς, Χ. 2011 και 2012 (2η έκδοση), *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*, (Πίναξ) ο πρώτος υπολογιστής και μηχανικός Κόσμος, Εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα. ISBN13 9789609457187
- Μουσά, Ξ. Δ., 2018 *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*, ο αρχαιότερος Μηχανικός Κόσμος. Canto Mediterraneo ISBN-13: 9786188369504
- Moussas, X., 2017. Antikythera Mechanism as evidence for Hellenistic technology excellence. *Hellenistic Alexandria*, 13, p.209.