

cz. 5 tempus fugit – CZAS UCIEKA

SPOSOBY POMIARU CZASU

Piotr Kawalerowicz

Jedną z najbardziej ludzkich, spośród wielu charakterystycznych dla człowieka cech, jest **ciekawość**. W połączeniu z uporem, pracowitością i dociekliwością często była źródłem odkryć - zarówno tych popychających cywilizację do przodu, jak i tych, które na lata pogrążyły ją w mrokach. Nic lepiej nie wpływa na rozwój techniki, jak wojna, niestety! Do pogrążania w mrok, jak dowodzi historia, znacznie lepiej służyły klęski głodu, najeźdy barbarzyńców i religie, które w czasach pokoju miały czas zająć się skutecznie indywidualnymi grzesznikami i paleniem ich dzieł oraz ich samych. W starożytnych Chinach bardzo efektywnemu „zakrywaniu” odkryć (np. Ameryki) służyła rada mandarynów. Obecnie wiele patentów jest utajnianych „ze względu na kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa obronnego” kraju lub wykupywanych przez wielkie koncerny, które następnie zamykają wynalazki w sejfach, gdyż nie zarobiły jeszcze wystarczająco dużo na „starych”, już wdrożonych rozwiązaniach. Jaka jest historia wynalazków i odkryć, skąd się brały, kto i gdzie ich dokonywał, jaki był ich dalszy los i wpływ na cywilizację?

CZAS I ZEGAR

Już około 2000 lat przed naszą erą kapłani w Mezopotamii i Egipcie opanowali sztukę przeprowadzania zarówno krótkich, jak i długich pomiarów czasu. Pomiar ten dokonywany był w oparciu o obserwacje astronomiczne i wynikające z nich przemyślenia. Do ustalania czasu stosowano tzw. *gnomon* - pionowy pręt (słup) ustabilizowany w ziemi, w pozycji pionowej. Punkty czasowe dnia i nocy określone były na podstawie długości i położenia cienia. Godziny dnia były oznaczone na płaszczyźnie dookoła pręta. *Gnomon* w Egipcie często miał postać obelisku i znajdował się na miejskim placu, będąc tym samym dostępnym dla wszystkich obywateli. Innym rodzajem zegara słonecznego stosowanym w Egipcie był zegar cieniowy. Zegar słoneczny miał jednak wadę (wynikającą z ruchu Ziemi

Australopitek i Homo habilis - człowiek pierwotny

Homo sapiens - człowiek rozumny

Pierwsze wyraźne przejawy tzw. kultury rolnej - uprawy, co pociąga za sobą początki „osiadłego” trybu życia (Mezopotamia, Azja Wschodnia, Meksyk, Peru)

Egipcjanie mierzą czas za pomocą zegara słonecznego i piaskowego.

Naczynie do odmierzania czasu wykonane z alabastru, używane najprawdopodobniej do odmierzania godzin nocą. Było napełniane wodą, która wyciekała przez mały otwór znajdujący się blisko dna. Poziom pozostałej w naczyniu wody odzwierciedlał upływ czasu.



Grecki fizyk i wynalazca Ktesibios z Aleksandrii konstruuje niezwykle precyzyjny zegar wodny, którego zasada działania oparta jest na wypływie wody. Zegar dokładnie wskazuje godziny, dni (noce i dnie) oraz lata. Podstawowym elementem urządzenia jest rodzaj pipety, w której otwór (przez niego wypływa woda) wykonany jest z niezwykłą starannością



Wskazówka stacjonarnego zegara słonecznego jest wymierzona

w Gwiazdę Polarną (a ściślej w biegun północny nieba), dlatego pod różnymi szerokościami geograficznymi tworzy różny kąt w stosunku do poziomu. Dzięki temu zegar wskazuje dokładny czas niezależnie od pory roku. Odległości kątowe pomiędzy godzinami na tarczy zegara nie są jednakowe, aczkolwiek godzina 12 skierowana jest na północ, a godziny 6 i 18 odpowiednio na zachód i wschód. Położenie godzin pośrednich wyznacza się, odmierzając kąty i przyjmując jako oś wskazówkę, a nie jak w tradycyjnym zegarze oś pionową (stąd drobne różnice).



w złocie lub kamieniu szlachetnym. Zegar słoneczny rozpowszechnił się w latach 604 - 606 po wydaniu przez papieża Sabiniana nakazu umieszczania zegarów słonecznych na każdym kościele.

Pierwszy zegar z mechanizmem bijącym został zamontowany w Westminster Hall w Londynie. Cztery lata wcześniej na wieży katedry

w Exeter zainstalowano jeden z pierwszych zegarów. Zegary takie rozpowszechniły się najpierw w Anglii i Włoszech, następnie we Francji i Niemczech. Nowe zegary miały znacznie bardziej skomplikowaną konstrukcję i były dużo dokładniejsze od swoich poprzedników. Zastosowano w nich tzw. wychwyty - mechanizm pozwalający na utrzymanie stałej prędkości kół napędu zegara (poprzez ruch skokowy). Wtedy pojawiło się po raz pierwszy „tykanie” zegara. Ruch skokowy był przenoszony na tarczę zegara, która się poruszała, zaś godzinę pokazywała nieruchoma wskazówka.

Heinrich von Wick ulepszył zegar mechaniczny, konstruując wychwyty i balans. Wykonał, na zamówienie króla Karola V, zegar wyposażony w te elementy, dodatkowo wyposażył go również w mechanizm bijący. Zegar został zainstalowany w Paryżu.

Hiszpański aptekarz Felipe Guillen opracowuje instrument spokrewniony z zegarem słonecznym, posiadający igłę magnetyczną („Brujula de variation”), za pomocą którego można określić deklinację (odchylenie igły magnetycznej) na morzu. Instrument ten zostanie później ulepszony przez

Portugalczyka Pedro Nunesa.

WYNALAZKÓW



3 000 000 lat p.n.e.	
2 000 000 - 1 500 000 lat p.n.e.	Homo erectus - człowiek wyprostowany
350 000 - 250 000 lat p.n.e.	
ok. 10 000 lat p.n.e.	Człowiek z Cromagnon
ok. 8000 p.n.e.	
w IV tysiącleciu p.n.e.	Pojawia się: pismo, koło, żagiel, wytop metali z rud
ok. 3000-2900 r. p.n.e.	Pomiędzy Eufratem i Tygrysem (obecnie - Irak) powstają pierwsze ufortyfikowane miasta. W tym okresie Sumerowie zakładają w południowej Mezopotamii nad rzeką Eufrat miasto Ur.
ok. 2025 r. p.n.e.	
1400 r. p.n.e.	Kopię hieroglifów i figur, którymi ozdobiony był egipski zegar wodny lub klepsydra, znaleziono w świątyni Karnak w Luksorze w Górnym Egipcie. Znaleździ datowane jest na 1415-1380 rok p.n.e.
ok. 730 r. p.n.e.	Król judejski Achaz buduje wielki zegar słoneczny (Polos). Różni się on tym od popularnych gnomonów, że zastosowano pręt rzucający cień równoległy do osi ziemi
ok. 522 r. p.n.e.	W Grecji wynaleziono klepsydrę (grec. <i>Kleptein</i> = kraść, <i>hydor</i> = woda), która pozwalała na dokładny pomiaru czasu.
ok. 250 r. p.n.e. /n.e.	Okolo roku 422 p.n.e. dzięki możliwości pomiaru czasu - przyznawano już stały parytet czasu (np. osobom przemawiającym w sądzie), klepsydrę stosowano również w gospodarstwie domowym (np. do gotowania jaj).
ok. 604 r. n.e.	
850 r.	Pacificus, duchowny z Werony, skonstruował jako pierwszy zegar mechaniczny napędzany za pomocą ciężarków. Zegar był wprawiany w ruch przez ciężar zawieszony na linie, wykorzystano w nim też koło zębate. Miał on jednak wadę: nie był dokładny, co było spowodowane tym, że ciężar poruszał się ruchem przyspieszonym (tę wadę wyeliminowano dopiero ok. XIII w., stosując mechanizm hamujący).
ok. 875 r.	Jak donoszą przekazy, angielski król
ok. 1288 r.	Alfred Wielki mierzył czas za pomocą zegara świecowego. W średniowieczu pomiaru czasu dokonywali głównie duchowni, związane to było z przestrzeganiem ścisłych reguł i godzin modlitw. Powszechnie stosowane były do tego zegary działające na zasadzie wypływu wody, jednak w centralnej i północnej Europie zegary te zimą zamarzały. Aby móc mierzyć czas, benedyktyni wpadli na pomysł, aby pomiaru czasu dokonywać za pomocą świec. Używali do tego specjalnych długich woskowych świec z naniesioną podziałką czasu, świeca spalając się stawała się co godzinę krótsza o jedną podziałkę. W nocy specjalna straż nocna miała obowiązek natychmiastowego zastąpienia wypalanej świecy nową.
1364 r.	
V 1519 r.	Umiera Leonardo da Vinci, pozostawiając po sobie ok. 7000 stron notatek zawierających pomysły i wynalazki.
1505 r.	Piotr Henlein, norymberski ślusarz, zbudował po raz pierwszy tak małe zegarki mechaniczne, że można je było nosić w kieszeni. Wykorzystuje on nową metodę, opracowaną w XV w. przez włoskich zegarmistrzów - napęd sprężynowy. Raz naciągnięty pozwalał na ciągłą pracę zegarka przez ok. 40 godzin.



Warto poznać

Czas

Czas - wielkość fizyczna, jeden z wymiarów czasoprzestrzeni.

Może być rozumiany jako:

- chwila, punkt czasowy,
- odcinek czasu,
- trwanie,
- zbiór wszystkich punktów i okresów czasowych.

W mechanice relatywistycznej czas stanowi czwartą współrzędną czasoprzestrzeni.

Jednym z tematów dyskusji filozofów i naukowców był spór o absolutny lub względny charakter czasu.

Jednostki czasu:

sekunda (jednostka podstawowa w SI i CGS)

- minuta = 60 sekund
- kwadrans = 15 minut
- godzina = 60 minut
- dość (dzień) = 24 godziny
- tydzień = 7 dni
- miesiąc = 28, 29, 30 lub 31 dni
- rok = 12 miesięcy = 365 lub 366 dni
- dekada = 10 lat
- wiek = 100 lat
- milennium (tysiąclecie) = 1000 lat

Ludziom do rachuby czasu służy kalendarz, a do odmierzania zegar.

Czy wiesz, że...

Sekunda (od łacińskiego *secunda* - następna, najbliższa) - jednostka czasu, jednostka podstawowa większości układów jednostek miar np. SI, MKS, CGS - oznaczenie **s**. Obowiązująca definicja sekundy od 1967 r.: Jest to czas równy 9 192 631 770 okresów promieniowania odpowiadającego przejściu między 2 poziomami $F = 3$ i $F = 4$ struktury nadsubtelnej stanu podstawowego $^{2}S_{1/2}$ atomu cezu ^{133}Cs (cez 133). Poprzednio sekundę definiowano jako 1/31 556 925.974 7 część roku zwrotnikowego 1900 lub 1/86 400 część średniej doby słonecznej.

Określenie sekunda jest stosowane także jako miara kąta i interwał muzyczny.

wokół Słońca) - dzień w lecie i noc w zimie miały dłuższe godziny. Egipskie godziny nie były zatem stałymi jednostkami czasowymi. Dokładniejszego pomiaru czasu dokonano w Mezopotamii, gdzie kapłani podzielili godzinę na sześćdziesiąt minut, które mierzyli za pomocą zegara piaskowego lub wodnego. Wyznaczyli w ten sposób podział czasu, niezależny od Słońca, który zachował się do chwili obecnej. Zegary słoneczne były w użyciu przez bardzo długi okres. Zmieniło to dopiero wynalezienie zegara mechanicznego. To właśnie upowszechnienie się, w XIII wieku, zegarów instalowanych w miastach całej Europy, wprowadziło do życia ich mieszkańców nową jakość - do tej pory to dzwony kościelne wzywały wiernych na modlitwę, teraz dzwony zegarów narzucały mieszkańcom również rytm pracy.

Wynalezienie urządzenia pozwalającego na sprawny i dokładny pomiar czasu miało również ogromne znaczenie dla rozwoju nauki. Niektóre wielkości fizyczne dopiero w tym czasie zostały wyskalowane i możliwy stał się ich dokładny pomiar. Można powiedzieć, że tak rozpowszechniona w dobie renesansu zabawa w „poszukiwania techniczne” i czysto ilościowe porównywanie, zastąpiło poważne, jakościowe badanie zjawisk. W XVII w. ma miejsce w Europie fascynacja zegarem, który staje się niemalże przedmiotem kultu. Działo się tak pomimo jego niedoskonałości (niedokładności) - typowy zegar miał w ciągu doby odchylenia rzędu 15-30 minut i musiał być codziennie regulowany za pomocą zegara słonecznego. Fascynacja zegarem w owym czasie związana jest z jego symbolicznym charakterem - tryby zegara i ciągły upływ czasu mogą mieć odniesienie niemalże do wszystkiego: zjawisk przyrody, ludzkiego życia, mechanizmu świata. Zegarmistrzowie, idąc za tą modą, łącząc umiejętności rzemieślnicze z wiedzą z zakresu mechaniki precyzyjnej, zaczęli budować coraz bardziej złożone mechanizmy. Na cyferblatach zegarów pojawiały się ruchome gwiazdy, Słońce i Księżyc - jako części jednej maszyny, którą rządzi czas. Kolejne lata przynoszą coraz doskonalsze rozwiązania, dzięki zastosowaniu sprężyny zegar zyskuje własny napęd, który pozwala znacznie zmniejszyć jego rozmiary. W ten sposób trafia najpierw do kieszeni, a potem na rękę. Kolejne odkrycia, związane z elektrycznością, pozwalają skonstruować zegar kwarcowy o dużej dokładności. Następnym krokiem jest zegar atomowy o trudnej do wyobrażenia dokładności pomiaru upływu czasu.

Do przygotowania kalendarium

wykorzystano materiały źródłowe:

„Nauka, Technika i Wynalazki” Raymond L. Francis, wyd. AMBER

„Kronika Techniki” - Praca zbiorowa, wyd. WEP PWN



Model zegara wahadłowego wykonany w XIX w. na podstawie rysunków sporządzonych przez Galileusza, tuż przed śmiercią.



Kopia chronometru Johna Harrisona wykonanego pomiędzy rokiem 1737 a 1739. Podobne urządzenie, w swojej drugiej i trzeciej podróży, miał ze sobą Cook. Zegar był tak dokładny, że pozwalał na obliczanie położenia na morzu poprzez porównanie czasu Greenwich z lokalnym czasem słonecznym uzyskanym z obserwacji Słońca.

Po pięcioletnich pracach uruchomiono zegar kościelny w katedrze w Strasburgu.

Matthaeus Hipp konstruuje elektryczne wahadło do zegarków, dzięki czemu powstaje zegar elektromagnetyczny.

Inżynier Mayrhofer buduje zegary pneumatyczne, których mechanizm napędzany był przez ciśnienie powietrza.

W fabrykach zastosowano po raz pierwszy zegar kontrolny służący do kontroli czasu pracy, który na kartach stemplował czas pracy. Do tej pory przeważnie po 10 minutach od rozpoczęcia pracy zamykano bramy zakładu.



Amerykański zegarmistrz Warren Alvin Marrison wynajduje w New Jersey zegar kwarcowy. Podstawy dla tego wynalazku stworzyli bracia Pierre i Jacques Curie z Francji, którzy odkryli zjawisko piezoelektryczności; stwierdzili oni, że wiele kryształów jest pobudzanych do drgań o stałej częstotliwości, jeśli do dwóch określonych przeciwległych powierzchni przyłożony się prąd

zmienny. Marrison stosuje kryształ kwarcu, którego drgania przekształca w prąd o określonej częstotliwości. Następnie za pomocą dzielnika częstotliwości obniża częstotliwość do wymaganego niskiego poziomu. Takim prądem można już napędzać mały silnik synchroniczny.

Uzyskuje niezwykłą dokładność pomiaru czasu - dla prostych zegarów kwarcowych odchylenie wynosi tylko 0,0001 do 0,000001 procenta. Odpowiada to 30,3 s w ciągu całego roku.

Amerykańskie laboratorium badawcze marynarki buduje zegar atomowy na bazie liczenia drgań cząstki amoniaku.

Odchylenie biegu zegara: 1 sekunda na 1,7 miliona lat! Firma Junghans wprowadza na rynek nowy rodzaj zegara

ręcznego o nazwie Mega 1, którego dokładność dorównuje precyzji zegara atomowego wielkości pokoju. Nie jest to jednak zmniejszony do rozmiarów zegarka na rękę zegar atomowy - do mechanizmu zegarka dodano maleńki odbiornik radiowy. Tym odbiornikiem zegar atomowy z Instytutu Fizyki Technicznej w Bruszkowiu, za pomocą fal radiowych (długich), samoczynnie ustawia dokładny czas w zegarkach Mega 1.



WYNALEZKÓW

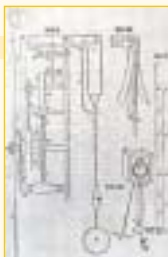


koniec XVI w.

1657 r.

1680 r.

Holender Christiaan Huygens zbudował pierwszy zegar wahadłowy, który odmierzał czas z niespotykaną dotąd dokładnością. Kilka lat później udoskonalił go poprzez wynalezienie balansu - jako regulator biegu. Myśl, aby odmierzać czas za pomocą wahadła, podał już w 1636 i 1641 r. Galileo Galilei, który odkrył, że okres ruchu wahadła zależy wyłącznie od jego długości. Ani waga, ani wychylenie początkowe nie mają wpływu na okres ruchu wahadła, nie umiał jednak wiedzy tej wykorzystać praktycznie.



1761 r.

1821 r.

1839 r.

1840 r.

François Jean Arago skonstruował „zatrzymywany zegar” - pierwszy stoper.

Karl August Steinheil, profesor z Monachium, przeniósł elektrycznie czas z zegarka matki na inne zegarki.



Szkocki zegarmistrz Alexander Baim zbudował zegar elektryczny, napędzając wahadło nie siłą

Chiński zegar-kadzidło pochodzący z XVIII w.

Do odmierzania czasu używano substancji która paląc się, wydzielala zapach - o tym, że czas upłynął, można było się zorientować po braku zapachu.

2 X 1842 r.

1861 r.

1875 r.

1880 r.

1885 r.

1919 r.

1929 r.

ciężenia, lecz zasilanym z baterii elektromagnesem. Zaproponował też przekazywanie impulsów z jednego zegara centralnego do wielu pojedynczych mechanizmów.

Wiedeński zegarmistrz De Lóhr wynalazł automatyczny napęd do zegarka kieszonkowego. Sprężyna napędzająca mechanizm zegara była nakręcana poprzez ruch użytkownika - ruch wahadłowy lub obrotowy swobodnie umocowanego balansu był przenoszony przez koła zębate na koło naciągowe, które z kolei poprzez połączenie gwintowe naciągało sprężynę.

Henry Ellias Warren, amerykański elektromechanik, skonstruował pierwsze zegarki elektryczne. Uchodzi on za ojca elektrycznego pomiaru czasu, po raz pierwszy w 1914 r. uruchomił zegar z napędem elektromotorycznym. Zastosował prąd stały z baterii, ale stwierdził, że silnik na prąd stały nie pracuje regularnie i kolejne eksperymenty prowadził z silnikami na prąd zmienny.

1949 r.

Willard Frank Libby, amerykański fizyk, wynalazł zegar atomowy. Pierwszy czasomierz tego typu zbudowano dwa lata później w Waszyngtonie dla National Bureau of Standards. Zegar działa, licząc drgania własne atomu cezu. Dokładność odmierzania czasu przez taki zegar wynosiła mniej niż 1 sekundę odchylenia na 300 000 lat. Tak ustalony wzorzec czasu trwania sekundy (wyliczony z drgań cezu) został przyjęty jako międzynarodowy standard.



1957 r.

1969 r.

1990 r.

Firma Hamilton wyprodukowała pierwsze elektryczne zegarki na rękę. Pobierają one energię z baterii (ogniwa w kształcie krążka). Wskazówka sekundowa poruszana jest skokowo, natomiast minutowa i godzinowa za pomocą przekładni zębatej.



Sekunda - **jednostką kąta**

płaskiego równa $1/3600$ stopnia, nie-należąca do układu SI - oznaczenie $1 = (\pi/648\ 000) \text{ rad} = 1/60 \text{ minuty} = 1/3600 \text{ stopnia} = 1/216 \text{ tysięcznej}$

Sekunda - w muzyce -

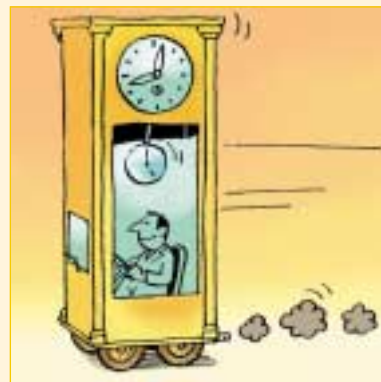
odległość (interwał) między dwoma kolejnymi dźwiękami gamy równa jednemu półtonowi - *sekunda mała*, lub całemu tonowi (dwóm półtonom) - *sekunda wielka*.

Z przymrużeniem oka

Czas apokalipsy



Podróż w czasie



Czas stracony

