

Jelena PAWŁOWA*

Ujęcie systemowe w pracach K. E. Ciołkowskiego¹

Pytania metodologii badania naukowego zawsze budziły zainteresowanie Ciołkowskiego. W pierwszej kolejności historycy nauki powinni przedstawić aparat pojęciowy, którym posługiwał się badacz, dzięki któremu dokonał swych odkryć. Różnorodność metod stosowanych przez Ciołkowskiego, w zależności od badanego obiektu, powinna przysłonić nam ich związek z ogólniejszą metodologią, którą uczony rozwijał w ciągu całej swej naukowej działalności, w wielu aspektach, szczególnie na płaszczyźnie ujęcia systemowego.

Wybrane problemy ujęcia systemowego, zawarte w pracach Ciołkowskiego, w ostatnich latach poruszane były w różnych aspektach przez wielu autorów (11-13). Jednakże nie posiadamy całościowego obrazu tejże problematyki. Postaramy się zatem przynajmniej nakreślić podstawowe kierunki, zgodnie z którymi mogłoby zostać przeprowadzone badanie spuścizny Ciołkowskiego pod kątem systemowych metod.

Mimo prowadzonych przez ostatnie kilka dziesięcioleci badań, które pozwoliły wyznaczyć podstawowe cechy ideowo-teoretycznych poglądów Ciołkowskiego, umożliwiając ich krytykę i wyjaśniając przebieg (12-13), można powiedzieć, że praca nad opanowaniem spuścizny uczonego dopiero się rozpoczęła, zarówno w aspekcie filozoficznym, jak i osobliwie metodologicznym. Niewyjaśniona została struktura metodologii Ciołkowskiego (nie dokonano porównania znaczeń rozmaitych jej aspektów i elementów) oraz rola, jaką odgrywała ona na różnych etapach twórczości Ciołkowskiego. Nie zbadano genezy podejścia myśliciela ku najogólniejszym i niepowierzchnowym problemom badania kosmosu, czyli genezy „metodologii kosmosu” (pojęcie to nasuwa się w związku z „filozofią kosmosu”) (13). Ciołkowski mówiąc o poziomach zorganizowania (22), o zasadach funkcjonowania żywych systemów, czy o zjawiskach okresowości w strukturze materii, nigdy nie zapominał ilustrować swoich też przemawiającymi do wyobraźni lub rzeczywistymi przykładami z dziedziny astronomii, astrobiologii, kosmonautyki, itp.

* Rosyjska Akademia Nauk w Moskwie.

¹ Ciołkowski Konstanty (1857-1935) rosyjski uczony i wynalazca, twórca teoretycznych podstaw kosmonautyki. Ogłosił teorię lotu rakiety w przestrzeni kosmicznej. Jeden z twórców filozofii kosmizmu.

Poszukując genezy idei Ciołkowskiego odnajdujemy ślady dwóch przeciwnych, ale wzajemnie się dopełniających tradycji myśli rosyjskiej: z jednej strony tradycja wynalazczości i doświadczenia – w specyficznej formie – zbliżająca się do Łomonosowa i Kulibina, z drugiej strony tradycja syntetycznego podejścia – „jednolitej” lub „całkiem połączonej wiedzy” – ujmującej kosmos jako organiczną całość. Pierwsza tradycja została przyswojona przez uczonych, będących pod znacznym ideowym wpływem D. I. Pisarjewa i narodowych koncepcji z lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku, a także N. E. Żykowskiego, D. I. Mendelejewa, O. D. Chwolsona i innych rosyjskich badaczy przyrody, których dzieła służyły Ciołkowskiemu jako podręczniki. Powyższa tradycja przejawia się w dążeniu Ciołkowskiego do jasnego pojmowania i przedstawiania złożonych pytań nauki, dzięki wyróżnieniu ich „rdzenia”. Drugą tradycję zaczerpnął Ciołkowski od N. F. Fiedorowa, ale możliwe, że poznawał ją również dzięki innym nieznanym dotychczas źródłom, z których czerpał wiedzę, a które pojawiały się już w połowie XVIII wieku w Kałudze i innych mniejszych miastach, w których uczył Ciołkowski.

Badając w twórczości Ciołkowskiego wzajemny stosunek wymienionych powyżej tradycji, powinniśmy uwzględnić fakt, że obydwie łączą się przynajmniej w jednym punkcie, to jest w skłonności do uznania związku przedmiotu działalności lub badania z całością (kompleksem, całością, organizmem, systemem, itd.) mającym ogólniejszy charakter lub wyższy stopień, włączając dany przedmiot do kategorii swojego elementu lub podsystemu. Skłonność tego typu prowadzi do rozumienia każdego obiektu jako jednolitego i wielopłaszczyznowo rozczłonkowanego systemu (podsystemy; dokonywanie podziału według hierarchii organizacji, czy funkcji). Mamy zatem doczynienia z jedną z historycznych form ujęcia systemowego, z koncepcją, która w toku swego dalszego rozwoju nabiera silnie przyrodniczo-naukowego wyrazu.

Dla współczesnego przyrodznawstwa ujęcie systemowe jest niezwykle ważne (3, 10; 11; 26). W kręgu metodologicznych ujęć nauki, obok prac innych rosyjskich autorów, rozpatruje się znaczenie twórczości Ciołkowskiego oraz jej miejsce, jakie ona zajmuje. Ze współczesnych Ciołkowskiemu poprzedników ujęcia systemowego wymienia się zazwyczaj takich rosyjskich uczonych, jak krystalografa E. S. Fiedorowa, fizjologa N. A. Bielowa, czy twórcę „tektologii” A. A. Bogdanowa. Należy zaznaczyć, że w innych częściach świata podobna metodologia rozwijała się na bazie innych przyrodniczo-naukowych i filozoficznych tradycji: np. filozofia natury Leibniza i Goethego była poprzedniczką organicyzmu L. von Bertalanffy’ego, a w Anglii odpowiednią rolę odgrywały strukturalno-biologiczne koncepcje H. Spencera, J. Woodgera, J. Needhama. Ciołkowski również wniósł swój wkład w tworzenie ujęcia systemowego, jednak nie został on należycie przedstawiony.

Dokonując interpretacji systemowych poglądów Ciołkowskiego należy pamiętać, że powstawały one na wczesnym etapie rozwoju ujęcia systemowego, gdy kształtowała się jeszcze jego terminologia. W twórczości Ciołkowskiego można zatem dostrzec stałe wyteżone poszukiwania nowych pojęć oraz wykorzystywanie zwykłych ontologicznych terminów w metodologicznym sensie, niejednokrotnie obciążonych z tego powodu wieloznacznością. Autor rzadko używa terminu „system” (tylko w podstawowym znaczeniu, jako synonim słowa „projekt”) (16); w owych czasach „trudno jest mu znaleźć odpowiednie porównanie dla żywej istoty. To olbrzymi, złożony mechanizm, wszystkie ścianki i wszystkie części są złożone z prymitywnych istot (atomów-duchów)” (20). Ciołkowski mówi o „atomach-duchach”, by podkreślić ich dynamiczny charakter, dzięki czemu „duchy” stają się pewnego rodzaju istotami, w różny sposób reagującymi na zewnętrzne oddziaływania, posiadając zdolność, którą uczony w przybliżeniu nazywa „odczuciem”. W tym kontekście „ogromny złożony mechanizm” występuje jako synonim „złożonego” lub „olbrzymiego systemu” (8).

Ciołkowski, analogicznie, nie ma jeszcze terminu dla oznaczenia zorganizowania jako zjawiska, mającego kosmiczne rozpowszechnienie i potwierdzającego działanie systemowych zasad na wszystkich poziomach organizacji materii. Twórca w wielu swoich pracach mówi o „rozumie” i o „woli Wszechświata”, mając świadomość uniwersalności pojawiających się systematycznie związków z żywą i nieożywioną materią, tym samym słusznie negując możliwość pełnego braku organizacji (19;23). Podczas dokonywania oceny spuścizny Ciołkowskiego, należy pamiętać o jego „nienowoczesnym” sposobie wyrażania się, który to sposób nie powinien *zarzążyć* na ostatecznej ocenie poglądów myśliciela. Tymczasem, często przytacza się tenże zarzut, nie tylko ze względu na nieostrość terminologii, ale i w związku z tym, że przesłanki metodologiczne (odnoszące się do ujęcia systemowego) rozrzucone są po wielu jego dziełach. Pojawia się zatem konieczność podjęcia specjalnej analizy prac filozoficznych i ściśle naukowych Ciołkowskiego pod kątem wniesionego przez niego wkładu w kluczowe dziedziny badań systemowych: w opracowanie ich logiki i metodologii, w ontologię systemów (przede wszystkim termodynamicznych i biologicznych), jak i w badanie operacji.

Wypowiadając się w sprawie pierwszej pojawiającej się u Ciołkowskiego metodologicznej przesłanki, lub posługując się terminologią zapożyczoną z rękopisów uczonego (13), poruszając problem „naukowych podstaw myślenia”, należy skupić się na monizmie. Termin ten zapożyczony został od Haeckela, za jego pomocą określa się całościową kontemplację wszechświata „...nowsze przyrodznawstwa końca dziewiętnastego stulecia” (7). Ciołkowski przekonany jest, że „monizm” występuje w każdej dostatecznie szerokiej dziedzinie nauki. „Cały proces nauki

tkwi w tym dążeniu do monizmu, do jedności, do elementarnego rozpozczęcia... Czy Darwin i Lamarck nie dążyli do monizmu w biologii? Czy tegoż nie pragną geolodzy? Fizyka i chemia prowadzą nas w tym kierunku. Astronomia i astrofizyka udowodniły jedność tworzenia ciał niebieskich, podobieństwo ziemi i nieba, jednorodność ich substancji i promienistość energii. Również nauki historyczne dążą do monizmu" (23).

Reasumując, monizm, zgodnie z koncepcją Ciołkowskiego, pojawia się na rozmaitych poziomach organizacji. Choć terminu „poziom” nie znajdujemy u naszego uczonego, zbliża się on niejednokrotnie ku koncepcji poziomów, mówiąc o „stopniach” lub „kategoriach złożoności”: „substancja, według złożoności budowy, jest źródłem takich kategorii, zaczynając od najniższych, jak: proste ciała, czysto złożone ciała, zorganizowane martwe substancje... żywe substancje, kombinacje żywych substancji lub komórek, tj. rośliny, zwierzęta, człowiek, jego najdoskonalsi potomkowie i wyższe istoty z innych światów” (20). „Jest to niekończąca się drabina. Nie ma granic między jej szczeblami...: 1. Istoty wyżej zorganizowane od człowieka (potomkowie człowieka oraz niektórzy mieszkańcy niebios, 2. Ludzie, 3. Zwierzęta (długa drabina z mnóstwem szczebli), 4. Bakterie i rośliny, 5. Bardzo złożone molekuly, 6. Atomy współczesnych pierwiastków chemicznych, 7. Atom wodoru, 8. Długi jeszcze łańcuch nieznanymi prostszymi atomów (np. elektron i atom eteru)” (20).

Koncepcja poziomów jest mocno zakorzeniona w historii, jej początków upatruje się co najmniej w XVIII wieku, a zmierza ona do „drabiny istot” Ch. Bonneta. Obecnie jest ona szeroko stosowana przez autorów o podejściu systemowym, co jest sytuacją nadzwyczajną, ponieważ poziome rozczłonkowanie powoduje analizowanie systemu w sposób burzący percepcję jego całości. U wielu badaczy schemat podziału odtwarza hierarchię stworzoną przez Ciołkowskiego (4). Podkreślić należy wyjątkowość „kosmicznej metodologii”: uczonego wprowadza do schematu mieszkańców pozaziemskich cywilizacji. Co więcej, hierarchia Ciołkowskiego przedstawia się jako całkowicie otwarta („ani bez początku, ani bez końca tego łańcucha” (20)); innymi słowy, kosmos u myśliciela jest nieskończony, nie tylko w czasie i przestrzeni, ale i w swoich systemowych parametrach (złożoności, organizacji). „Nauka – jak pisze autor – ma do czynienia nie tylko ze złożonymi, ale nawet nieskończenie złożonymi cząstkami” (10; 24).

Zasada hierarchicznego podziału we współczesnych systemowych badaniach jest ściśle związana z pojęciem izomorfizmu, przejawiającym się w strukturalnych analogiach na różnych poziomach organizacji (prawo Lenca, reguła Le Chateliera i zasada Bauera (2)). Związek ten można dostrzec i u Ciołkowskiego, który zakłada odwracalność izomorficzną zjawisk, rozpatrywaną poniżej w związku z termodynamicznymi rozważaniami uczonego. Badawcza reguła, syntetyzująca koncepcje poziomów i izomorfizmu (prawda przeważnie w płaszczyźnie ilościowej), występuje

u Ciołkowskiego pod nazwą „reguła powtarzalności jednostek” (23), według której „jednostki niższych kategorii” powinny się obowiązkowo połączyć w „jednostki wyższej kategorii”, np. planety w systemy słoneczne, a te w galaktyki, a dalej w eteryczne wyspy” (grupy galaktyk, itd.).

Jedną z najbardziej charakterystycznych cech myślenia Ciołkowskiego jest „otwartość”, gotowość spojrzenia na obiekt z nowej perspektywy, przywołania danych z innych dyscyplin i rezygnacji z jednego schematu (technicznego lub naukowego) na korzyść drugiego, bardziej przydatnego do osiągnięcia zamierzonego celu (np. od wykorzystania odśrodkowej siły na korzyść reaktywnego ruchu jako środka do kosmicznych lotów). Ujawnia się tu antydogmatyzm, a nie relatywizm czy sceptycyzm, widoczne jest dążenie uczonego do maksymalnego zbliżenia teorii z doświadczeniem: „...doświadczenie powinno nami kierować” (17); „Kto chce iluzji, ten może pograć się w gotowych dogmatach religii”. Z ową cechą związana jest bezprecedensowa swoboda w przechodzeniu od naukowych i wybitnie technicznych tematów do metodologicznych i filozoficznych, która mocno zadziwia przy pierwszym czytaniu dzieł Ciołkowskiego. „Otwartość” myślenia uczonego pokrewna jest współczesnemu systemowi interpretacji zasady całościowego(kompleksowego) badania, którego rola „ujawnia się nie w tym, że na każdym kroku nakazuje się dążyć do absolutnego poznania obiektu badania, ale w tym, że jest on zawsze nastawiony na ujęcie przedmiotu badania jako zasadniczego niezamkniętego, dopuszczającego poszerzenie i uzupełnienie o wynik otrzymany dzięki przywołaniu do analizy nowych typów związków”.

Współcześni badacze przeprowadzają podobną do Ciołkowskiego operację. Wystarczy przyjrzeć się, np. pracom: „Przyszłość Ziemi i ludzkości” (Kaługa, 1928) i „Współczesnemu stanowi Ziemi” (Kaługa, 1929), w których uczony przedstawia kompleksową analizę naturalnych energetycznych i ludzkich zasobów Ziemi, a także jej geologiczną i geograficzną strukturę w związku z uzasadnieniem optymalnego ekologicznego bilansu człowieczeństwa. Charakterystyczna jest wypowiedź Ciołkowskiego, iż „kosmos jest znacznie sprytniej urządzony, niż myślimy” (5;8). Rozmyślając latami nad schematami obejmującymi wszystkie stopnie złożoności, Ciołkowski opracował oryginalną ontologię systemów, w pierwszej kolejności mechanicznych, fizycznych i biologicznych. Wyjątkowość Ciołkowskiego może wynikać z faktu, że miał on ogromne doświadczenie (może największe wśród uczonych pierwszej połowy XX wieku) zdobyte dzięki poruszaniu się wśród większych systemów. Jego prace z zakresu lotnictwa i aerodynamiki, poznawania kosmosu, termodynamiki, biomechaniki, socjologii i astrosocjologii, prognozowania i lingwistyki² [1]

² . Prace Ciołkowskiego należą w całości do „wspólnoludzkiego abecadła”, dzięki czemu, jak sądzi autor, posłużą one jako podstawa dla uniwersalnego języka (18). W.D. Iwszyn ocenia je

pokazują, że podchodził do wysoce złożonych obiektów jako twórczy badacz, przyswoiwszy sobie metodologię badania tychże obiektów (rakiety, zamkniętego ekologicznego cyklu, języka, itd.).

Począwszy od dziewięćdziesiątych lat XIX wieku, Ciołkowski rozpracowywał zagadnienia termodynamiki, stosownie do różnych stopni organizacji i do zrównoważonych bądź niezrównoważonych składników, tj. działał na płaszczyźnie, na której później (od lat trzydziestych) rozwijała się teoria otwartych systemów (27-29). Koncepcja termodynamiczna uczonego krystalizowała się w walce z teoriami „cieplnej śmierci” Wszechświata i zasadzała się na przypuszczeniu, że obok zachodzącego „... niewątpliwie, szybko i kosztownie” rozproszenia się energii, nieprzerwanie i spontanicznie, ale „... powolnie i bezpłatnie...” toczy się proces odwrotny jej koncentracji. Swą głęboką ideę Ciołkowski wiązał z tezą rozpowszechnionej odwracalności zjawisk, którą pojmował jako „grawitacyjną odwracalność” (przy wzajemnych oddziaływaniach substancji z polem grawitacji lub jako rezultat odrębnych form ruchu elektronów w polu elektromagnetycznym, towarzyszących wibracjom „atomów eteru”. Niezależnie od prawidłowości bądź nieprawidłowości danych przypuszczeń, sama myśl o odwracalności zjawisk jest bardzo cenna dla teorii systemów termodynamicznych. Właściwie, badanie możliwości odwracalności (jak również wyrównanie lotu rakiety) było dla uczonego nie celem samym w sobie, lecz tylko środkiem prowadzącym do poznania kosmosu. „Metodologiczna podstawa hipotezy Ciołkowskiego” (na temat koncentracji energii) zawiera się w tym, że przechodzi do zasad aktywnie „...nastawionej generacji bardziej złożonych i idealnych form ruchu materii”. Ciołkowski przypuszczał, że i w mechanicznych, i w astronomicznych, i w chemicznych, i w biologicznych systemach króluje „zjawisko odwracalności, rozumiejąc je raz w wąskim, raz w szerokim sensie...”. Od tego momentu, w niektórych jego pracach wyciągany był wniosek o „periodyczności wszystkich światów”, „wiecznym powrocie”, ale, co zostało udowodnione przez E. T. Faddiejewa (12), uczonego nie zatrzymywał się przy tym, błędnym ze swej istoty, wywodzie jako przy ostatecznym. W tym czasie, inny fragment termodynamicznej teorii Ciołkowskiego, znalazł dalsze potwierdzenie w astrofizyce i kosmogonii (6; 13). Przypuszczenie o możliwości zgromadzenia energii na poziomie molekularnym i niektóre inne biologiczne wnioski, które wynikają z owej teorii, przejawiają analogię ze współczesną tendencją wyjaśniania termodynamicznej specyfiki żywych systemów (28; 29). Można *zaznaczyć* bliskość

jako „...pierwszą próbę w stosowanym językoznawstwie tworzącą powszechny system oznaczeń, zdolny wyrażać rozmaite treści w rozmaitych narodowych językach”. Prawdopodobnie jest to przesada, analogiczne próby wcześniej podejmował R. Lullius, Leibniz i inni. Tym niemniej, z całą pewnością prace Ciołkowskiego wiele wnoszą do teorii systemu znaków.

wniosków Ciołkowskiego z teoretyczną biologią w rozumieniu L. Bertalanffy'ego (odwracalność procesów w otwartych systemach (28), a z drugiej strony E. S. Bauera (życie jako system dynamicznych, niebędących w równowadze procesów (2). Badany przez Bauera aspekt daje podstawę pod biofizyczny fundament, pod biologiczną „część” koncepcji Ciołkowskiego, gdyż odwracalność procesów w biosystemach wymaga dokonania pracy w celu wyjścia ze stanu równowagi.

W literaturze pojawiały się już opinie o pierwszorzędym znaczeniu idei Ciołkowskiego, opracowujących ekologiczne systemy zabezpieczenia życia (1; 25). Jednocześnie, jego prace z biotyki, zawierające dodatkowy aspekt teorii biologicznych systemów (9), rozjaśniają problemy dotyczące ewolucji (choć uczony osobiście nie używał biotycznej terminologii, jak i systemowej).

Bliskość systemowego ujęcia z ewolucjonizmem, wyrażająca się w tym, że historycznie kształtująca się różnorodność form życia jakby wpisywała się w systemowe „tło”, została odnotowana wcześniej (10; 26). W tej perspektywie przywołajmy pracę Ciołkowskiego – „Mechanika w biologii”, w której za podobne „tło” (zasadnicze ograniczenia) służą wprowadzane z ogólnoteoretycznych rozważań formuły masy, obwodu, przestrzeni, powierzchni, szybkości przemieszczania się organizmów. Rozmiar organizmu, według autora, wyznaczony jest przez wzajemne oddziaływanie dwóch czynników: ewolucyjnego (dobór naturalny) i systemowego (gdyż Ciołkowski mówił o kryterium „prostoty organizacji ciała”, o grawitacyjnych i innych niezmiennikach). Opisując eksperymenty dotyczące zachowania się łamliwych przedmiotów, zanurzonych podczas zderzenia w cieczy o podobnej do nich objętości (jajko w wodzie lub zarodek w płynie amniotycznym), Ciołkowski podkreśla fakt, iż „mózg człowieka jest również zanurzony w cieczy, dzięki czemu części mózgu nie zachodzą na siebie bezpośrednio, co całkowicie zabezpiecza mózg na wypadek silnego uderzenia w głowę... w stopniu, w jakim może wytrzymać naczynie, zawierające ciecz i znajdujący się w niej na „kotwicy” organ. Mimo, iż cieczy tej jest niewiele, jej rola jest niezastąpiona: bez niej mózg nie mógłby rozwijać się w większym zakresie, a zatem również i zdolności umysłowe” (14). Istotne jest, że Ciołkowski wspomina w tym miejscu wpływ niższych stopni organizacji na wyższe, włączając w to fenomeny psychofizjologiczne.

Ze współczesnego punktu widzenia, określone prace Ciołkowskiego mogą być rozpatrywane jako kompleksowe projekty czy programy, poszukujące optymalnego rozwiązania (badanie operacji). Uczony, w celu znalezienia optymalnej konstrukcji metalowego sterowca zrównoważył takie wzajemnie niezależne żądania, jak ogniotrwałość, długowieczność, wygoda w użyciu, itp., dokonując syntezy w jednym mianowaniu (22; 23). Naturalnie, najważniejszy z projektów twórcy kosmonautyki

związany jest z zagospodarowaniem kosmosu i dotyczy tego, że po Koperniku, który odkrył prawdziwe hierarchiczne stosunki w układzie Słonecznym, „Ciołkowski zrobił następny krok: przewidział, iż czynnikiem tworzącym system w kosmosie może stać się ludzkość”. Przyczyniło się to do zmiany podejścia uczonego, niezbędnej do spełniania bardziej skomplikowanych zadań, które pojawiały się wraz z rozwojem działalności w wymiarze kosmicznym.

Przykładowo, w artykule „Kosmonautom” (24) Ciołkowski rozpatruje alternatywne warianty zastosowania zasady odrzutowego ruchu, przy czym alternatywy ocenia się za pomocą postępującego rozgałęzienia (1. poziom: silniki do rakiet kosmicznych, samochody, ślizgacze bądź sanie; 2. poziom dla pierwszego wariantu 1-ego poziomu: „...stopniowe przejście od samolotu do statku kosmicznego...” lub do „...zupełnie jako reaktywnego przyrządu” (24); następnym punktem jest wyeliminowanie przeszkód stojących na drodze do zwiększenia szybkości). Analiza tego typu kieruje się zamiarem zbudowania „drzewa celów” (stosuje się tu terminologię współczesną), biorąc pod uwagę zaznaczone przez Ciołkowskiego w 1926 roku „...głębokie poziomy rozwoju i przekształcenia lotnictwa dla osiągnięcia wyższych celów” (24), zaczynając od konstruowania pierwszych samolotów odrzutowych, a kończąc zaludnieniem Galaktyki. Ostateczny cel całego programu posługuje się pośrednimi celami (stworzeniem aparatu sterowego, opracowaniem systemu zabezpieczającego życie, włączając skafandry w celu wyjścia „w eter”, zagospodarowaniem energii słonecznej, itd.), by przy osiągnięciu każdego z nich, po kolei, coraz bardziej przybliżać się ku realnej możliwości stworzenia odpowiedniego aparatu³.

Porównując wydania dzieła pt. „Badania przestrzeni świata przy pomocy urządzeń odrzutowych” w wersji z 1903, 1911 i 1926 roku, widzimy wzmocnienie aspektu operacyjnego. Tak, więc, w wersji z 1911 roku, dołączone zostało rozgałęzione obliczenie rozmaitych trajektorii wzlotu oraz ewentualnych konstrukcji cieplarni, a w 1926 roku, oprócz wymienionych „ordynarnych poziomów”, dany na drodze tablicowego rozpatrzenia wybór najkorzystniejszego nachylenia rakiety przy uruchomieniu, kosztów paliwa i innych parametrów. Powiększony został także prognozowy aspekt pracy. W późniejszych pracach Ciołkowskiego przewidywania i marzenia jeszcze bardziej łączą się z analizą środków ich realizacji. W „Celach kosmonautyki” (1929) w jednolitym systemie łączą się zasady

³ W ten sposób „drzewo celów” kończy się u Ciołkowskiego realnie istniejącymi lub w ostateczności bliskimi urzeczywistnieniu środkami. Widzimy tu pierwszeństwo uczonego w porównaniu z innymi, jak chociażby z Esno-Peltrim i niektórymi innymi pionierami kosmonautyki, zaczynającymi od momentu zdobycia w przyszłości atomowego bądź podobnego paliwa, niepodjęjącymi jednak kroków przygotowawczych do lotów.

kosmicznego budowania, przemieszczania się w międzyplanetarnym środowisku i doboru upraw rolnych do hodowli w kosmosie (24).

W pracach „...dotyczących techniki raketowej Ciołkowski zmierzał do rozwiązania jej różnorodnych problemów widząc wzajemne ze sobą powiązania...” i „...taka kompleksowa metoda sprzyjała zadziwiająco przezornemu uprzedzeniu przez Ciołkowskiego postępu techniki raketowej”. Odnosi się to nie tylko do rakiet. Przykładem może być rozpatrywana przez Ciołkowskiego, również kompleksowo, przyszłość fotosyntezy na płaszczyźnie badania operacji, konsekwentnie sprowadzając problem do istniejących już sposobów „sztucznego doboru i krzyżowania” (23).

Wielu autorów zaznaczało, że wyjątkowość metodologii Ciołkowskiego pozwoliła mu osiągnąć większe rezultaty, niż te, które uzyskali pozostali badacze końca XIX i początku XX wieku. Podkreślano, że „...Ciołkowski był jedynym z pionierów kosmonautyki, któremu udało się w swojej naukowo-technicznej i filozoficznej działalności zjednoczyć w logiczną całość wszystkie poprzednie etapy rozwoju idei kosmicznego lotu i przewidzieć najróżnorodniejsze aspekty przyszłej kosmicznej działalności ludzkości”. Teoria ruchu rakiet rozpracowywana była również przez innych badaczy, na przykład przez I. W. Mieszczerskiego, z większą matematyczną ścisłością, jednakże nikt w takim stopniu jak Ciołkowski nie rozporządzał zdolnością do syntezy, do łączenia w całościowy system danych i metod z najrozmaitszych dziedzin, by osiągnąć zamierzony cel (przede wszystkim chodziło mu o oswojenie kosmosu). Inni autorzy, postawiwszy przed sobą tenże cel, np. G. Hanswindt, nie mogli przeprowadzić wystarczającego uzasadnienia, gdyż nie mieli dostatecznie silnego aparatu, a zatem ich ujęcie nie było w wystarczającym stopniu systemowe.

Poruszyliśmy tylko znikomą część problematyki, związaną z ujawnieniem systemowych aspektów prac Ciołkowskiego. Zreferowaliśmy jednak wystarczający fragment, by móc uznać, że twórcza spuścizna uczonego zawiera cenny materiał dotyczący planów i ogólnej teorii systemów (biologicznych, termodynamicznych, itd.) oraz różnorodnych przykładowych jej zastosowań (biotyka, badanie operacji).

Bibliografia

1. ADAMOWICZ B. A., NIEFIEDOW J. G., 1974 – *Rozwój idei K. E. Ciołkowskiego w obszarze tworzenia systemów podtrzymywania życia statków kosmicznych*, w: *Idee Ciołkowskiego i problemy kosmonautyki*, Moskwa, s. 265-269.
2. BAUER E. S., 1935 – *Biologia teoretyczna*, Moskwa-Leningrad.
3. BLAUBERG W., i inni redaktorzy, 1970 – *Problemy metodologii badania systemowego*, Moskwa.

4. BOULDING K., 1969 – *Ogólna teoria systemów – szkielet nauki*, w: *Badania na temat ogólnej teorii systemów*, Moskwa.
5. CIOŁKOWSKI K. E., *Odwracalność zjawisk fizycznych*. Archiwum Akademii Nauk ZSRR, f. 555, tom I, rozdz. 335, II. 1-8.
6. GWAJ I., 1959 – *O mało znanej hipotezie Ciołkowskiego*, Kaługa.
7. GEKKEL E., 1906 – *Zagadki świata*. Leipzig – Sankt Petersburg.
8. Ouaid E., 1969 – *Analiza skomplikowanych systemów (metodologia analizy przy przygotowywaniu posunięć wojennych)*. Moskwa.
9. RASTRIGIN Ł. A., ERMUJŻA A. A., 1968 – *Problemy bioniki i biocybernetyki*, w zbiorze: *Bionika i biocybernetyka*. Ryga, s. 6-21.
10. STAROSTIN B. A., 1974 – *Podejście systemowe, parametry i skomplikowanie obiektów biologicznych*, w: *Badania systemowe*, Moskwa, s. 120-145.
11. URSUL D., 1967 – *Podbój kosmosu*, Moskwa.
12. FADDIEJEV J. T., CIOŁKOWSKI K. E., 1972 – *O nieskończonym rozwoju Wszechświata*. Prace V i VI wykładów Ciołkowskiego, sekcja: *Badanie twórczości naukowej Ciołkowskiego*, Moskwa, s. 26-39.
13. FERSMAN J., 1964 – *Analiza ogólnych prac K. E. Ciołkowskiego*, w: K. E. CIOŁKOWSKI. *Zbiór rozpraw*, t. 4, Moskwa, s. 423-451.
14. CIOŁKOWSKI K. E., – *Jak ochraniać kruche i delikatne rzeczy przed stłuczeniami i uderzeniami*, w: CIOŁKOWSKI K. E., – *Ciśnienie cieczy na równomiernie napędzającą się w niej płaszczyznę*.
15. CIOŁKOWSKI K. E., 1918 – *Transport powietrzny*, Kaługa.
16. CIOŁKOWSKI K. E., 1918 – *Gondola metalowego sterowca i przyrządy j ego sterowania*. Kaługa.
17. CIOŁKOWSKI K. E., 1927 – *Rakieta kosmiczna. Przygotowanie doświadczalne*, Kaługa.
18. CIOŁKOWSKI K. E., 1928 – *Alfabet ogólnoludzki, zasady prawopisu i języki*, Kaługa.
19. CIOŁKOWSKI K. E., 1928 – *Wola Wszechświata. Nieznane siły rozumne*. Kaługa.
20. CIOŁKOWSKI K. E., 1928 – *Miłość do samego siebie, czy prawdziwe samolubstwo*, Kaługa.
21. CIOŁKOWSKI K. E., 1930 – *Etyka naukowa*, Kaługa.
22. CIOŁKOWSKI K. E., 1931 – *Atlas sterowca ze stali wełnistej*, Kaługa.
23. CIOŁKOWSKI K. E., 1931 – *Monizm Wszechświata*, Kaługa.
24. CIOŁKOWSKI K. E., 1967 – *Prace o kosmonautyce*, Moskwa.
25. CZERKASOW W. K., GRISZAJENKOW B. G., 1974 – *Klasyfikacja systemów zabezpieczeń życia załóg statków kosmicznych*, w zbiorze: *Idee Ciołkowskiego i problemy kosmonautyki*, Moskwa, s. 270-188.
26. JUDIN E. G., 1973 – *Metodologiczna natura podejścia systemowego*, w: *Badania systemowe*, Moskwa, s. 38-51.
27. ANGYAL, 1969 – *A logie ofsystems*, in: *Systems thinking*, London, pp. 17-29.
28. BERTALANFFY L., 1932 – *Theoretische Biologie*, Bd. 1-2, Berlin.
29. BERTALANFFY L., 1937 – *Biologische Gesetzhchkeit im Lichte der organismischen Auffassung*. En: *Travaux du IXe Congres international de philosophie*, v. 7 (Causalite et determinisme), Paris.