

G. W. BOGOMOŁOW

## UDZIAŁ GEOLOGII i HYDROGEOLOGII W DZIELE PRZEOBRAŻANIA PRZYRODY W ZSRR

Referat wygłoszony na XIX sesji Międzynarodowego Kongresu Geologicznego \*

„Nie możemy czekać na dobrodziejstwa przyrody, sami musimy je od niej zdobyć“.

M i c z u r i n

### JAK POWSTAŁA PUSTYNNIA KARA-KUM

Na terytorium ZSRR pustynie i półpustynie zajmują obszar ponad 300 milionów hektarów. Same piaski pustyni Kara-Kum — „Czarne piaski“ stanowią 27% całej powierzchni republik Azji Środkowej, pokrywając 80% terytorium Turkmenii. W Uzbekistanie, Kara-Kałpaku i w południowej części Kazachstanu znajdują się ogromne pustynie Kyzyl-Kum, Mujun-Kum, Sary-Iszek-Atrau i Bet-Pak-Dał.

Badania uczonych radzieckich ustaliły, że pustynie są wynikiem współdziałania wody i wiatru. Powstanie pustyni Kara-Kum łączy się z działalnością rzeki Amu-Darii i z przewiewaniem naniesionych przez nią osadów. Wypluwając z łańcuchów Pamiru i Alaju w okresie czwartorzędu toczyła ona swe wody po szerokiej równinie między górami Kopet-Dag na południu, a płaskowzgórzem Ust-Urt na północy. Jako dopływ wpadały do niej rzeki Murgab i Tedżen, obecnie ginące w piaskach. Te rzeki w okresie czwartorzędu często zmieniały swe koryta odkładając olbrzymie masy osadów piaszczysto-gliniastych, które następnie były intensywnie przewiewane przez wiatr. Cała kotlina między Kopet-Dag i Ust-Urt była stopniowo zasypywana przez lotne piaski, które uformowały tu grzędy wysokości od 3 do 25 metrów i długie na kilka kilometrów. W zależności od formy występowania i pokrycia roślinnością piaski karakumskie dzielą się na barchany, pagórki i grzędy. Barchany, zajmujące stosunkowo niewielką powierzchnię, są nagie i nie umocnione przez roślinność, dlatego też przesuwają się pod działaniem wiatru. Liczniej natomiast występują formy pagórkowate i grzędowe; umacnia je roślinność, której istnienie stanowi bazę hodowlaną Turkmenii.

\* Geologia i gidrogeologia na służbie przeobrażania przyrody SSSR. — G. W. Bogomołow, Izdat. Akad. Nauk SSSR, Moskwa — 1952. (Przełożyli W. M. i T. B.).

Łańcuch sołoneczkowatych kotlin dzieli pustynię na Kara-Kum północne, o powierzchni rozczłonkowanej i wyżynnej, oraz na nizinne Kara-Kum, które z kolei rozpada się na centralne i południowo-wschodnie. Na granicy Kara-Kum i Ust-Urt pustynię przecina obecnie martwa dolina Uzboju, którą niegdyś wody Amu-Darii spływały do Morza Kaspijskiego.

Na kresach ogromnej pustyni Kara-Kum, w poszczególnych jej obszarach gdzie występuje woda, spotyka się gęsto zaludnione, tonące w zieleni sady i winic osady-oazy, dające olbrzymi urodzaj wysokowartościowych roślin uprawnych.

Należy również wspomnieć o rozległych terenach suchych i półpustynnych, leżących w NNW części Niziny Nadkaspjskiej, między miastem Guriewem a rzeką Terekiem. Tu, w północno-zachodniej części Niziny Nadkaspjskiej (na zachód od Wołgi) na znacznej części jej powierzchni zalega strefa czarnoziemiu zajmująca około 4 milionów ha i odznaczająca się wielką suchością klimatu, cienką pokrywą śnieżną i brakiem dostatecznej ilości źródeł wody. Powierzchnię tej niziny urozmaicają liczne płaskie zagłębienia, niezbyt głębokie parowy, grzędy i piaszczyste pagórki. We wschodniej części strefy czarnoziemiu wiele obszarów o glebie szczerkowej i piaszczystej uległo przekształceniu w sypkie i ruchome piaski mniej lub bardziej pokryte roślinnością wydmową.

Na północ od strefy czarnoziemiu, na prawym brzegu Wołgi ciągnie się aż do Stalingradu Nizina Sarpińska, oddzielona od Stepów Dońskich Wzgórzami Ergeńskimi. Obszar tej niziny, należącej do obwodu stalingradzkiego i częściowo astrachańskiego, zajmuje około 20 tysięcy km<sup>2</sup>.

Na tej monotonnej równinie rzucają się w oczy liczne dość płytkie obniżenia — limany, i depresje. Oddzielają je od siebie niewysokie,

ledwie dostrzegalne grzędy. Ukształtowanie powierzchni niziny wiąże się z działalnością wód dawnego Morza Kaspijskiego i Wołgi, wpadającej niegdyś do niego w tym miejscu, gdzie dziś leży Stalingrad. Dawne Morze Kaspijskie wysychając zostawiło po sobie „czekoladowe“ łąki, bogate w sole rozpuszczalne w wodzie. W południowej części niziny łąki te są przykryte młodszymi osadami morskimi oraz naniesionymi z Erogenii osadami podobnymi do lessu. Pozbawione dostatecznej ilości opadów i odznaczające się wybitnie kontynentalnym klimatem solonczaki, które zajmują dużą część niziny, po nawodnieniu zostaną zamienione w urodzajne ziemie.

### CZŁOWIEK ZMIENIA PRZYRODĘ

**C**AŁE międzyrzecze Tereku i Kumy zajmuje olbrzymia półpustynia przewidziana jako teren wielkich robót w zakresie przekształcania przyrody. Są to Stepes Nogajskie, leżące w północno-wschodniej części obwodu groźnieńskiego, od północy graniczące ze strefą czarnoziemu, a od wschodu z Morzem Kaspijskim. Wiatry wiejące od Kazachstanu przynoszą suche, upały — są to prawdziwe suchowije.

W południowej części stepów, bezpośrednio stykającej się z doliną Tereku, leży ogromny obszar pagórkowatych i pagórkowato-grzędowych niezasolonych piasków, pokrytych roślinnością. Wielkie masy piasków ciągnące się wzdłuż Kumy są przeważnie drobnoziarniste i solonczakowate. Należy podkreślić, że wysoko wartościowe ziemie stepów nogajskich są słabo użytkowane z powodu niedostatku wody. Wielka ilość najżyźniejszych ziem w stepach zawołżańskich i dońskich, w południowych okręgach Ukrainy, w nizinach aralsko-kaspijskiej i północnego Krymu nie może być użytkowana z powodu braku dostatecznej ilości wody. Stepowa część Krymu stanowi otwartą równinę poprzecinaną nielicznymi wąwozami i dolinkami.

W przeszłości ludzie byli bezsilni w walce z piaskami pustyni. Piaski przynosiły niezliczone klęski nie tylko ludom, które je zamieszkiwały, lecz również i sąsiednim obszarom, dokąd przenikały gorące i suche wiatry pustyńne, szkodliwe dla roślin uprawnych. Ruchome piaski wydm pustyńnych, transportowane przez wiatr zasypywały ziemie uprawne, drogi i wielkie osiedla. Przed kilkuset laty piaski Kara-

Kum zasypały starożytne grody Chorezmu i osady rolnicze, w których było zaprowadzone sztuczne nawadnianie. Śmiałe plany wykorzystania na wielką skalę wód Amu-Darii, Dniepru, Wołgi i Donu w celu zaopatrzenia w wodę i nawodnienia pustyń i stepów oraz usprawnienia żeglugi, powzięte przed prawie dwoma wiekami przez rosyjskich uczonych i inżynierów, nie uzyskały należytego poparcia ze strony władz dawnej Rosji carskiej.

To, co mogło być tylko marzeniem dla czolowych ludzi tamtych czasów, stało się rzeczywistością dla ludzi radzieckich, którzy dokonali już bardzo dużo w celu ulepszenia wielkich obszarów ziem uprawnych Azji Środkowej, Zakaukazia i innych części ZSRR. Radziecki ustrój społeczny stworzył niesłychane możliwości wyzyskania bogactw naturalnych. W czasie od 1924 do 1942 r. państwo radzieckie wydało na roboty wodno-melioracyjne około 6 miliardów rubli w porównaniu do 100 milionów wydanych w Rosji przedrewolucyjnej w okresie od 1867 r. do 1917 r.

W 1928 r. w ZSRR nawodniono około 4,2 miliona ha. Do roku 1951 powierzchnia ta wzrosła w przybliżeniu do 6,5 miliona ha. W latach władzy radzieckiej stworzono wielkie nowe systemy nawadniające w Turkmenii, Uzbekistanie, Kazachstanie i Tadżykistanie, nadto w Azerbejdżanie, Armenii, Powołżu, Północnym Kaukazie. W 1939 r. został zbudowany w Ferganie Wielki Kanał Fergański im. Stalina długości 350 km.

Utrwalono i zatrzymano więcej niż 200 tysięcy ha piasków, niegdyś ruchomych i nasuwających się na ziemie uprawne oraz na wielkie osiedla. Obecnie prace nad przeobrażeniem przyrody pustyń i stepów w ZSRR wykonywa się na miarę i z szybkością nieznaną dotychczas w historii ludzkości.

Prace te, prowadzone z inicjatywy premiera rządu radzieckiego J. W. Stalina, objęły olbrzymie obszary stepów i półpustyń europejskiej części ZSRR i pustyń Azji Środkowej.

Składa się na nie budownictwo wielkich urządzeń hydrotechnicznych i zbiorników na Wołdze, Dnieprze i Amu-Darii, budownictwo kanałów: Głównego Turkmeńskiego, Południowo-Ukraińskiego, Północno-Krymskiego i Głównego Stalingradzkiego, dalej nawodnienie suchych południowo-wschodnich ziem kraju i pustyńnych piasków, utworzenie potężnej strefy

lasów ochronnych wzdłuż kanałów i granic ziem nawadnianych, dookoła ośrodków przemysłowych oraz osiedli, a wreszcie utrwalenie piasków.

Kujbyszewska i stalingradzka elektrownia wodna, olbrzymie budowle hydrotechniczne nad Donem, Dnieprem, Wołgą i Amu-Darią pozwolą nawodnić z górą 28 milionów ha suchych gruntów południowo-wschodnich części europejskiej ZSRR i pustyń Azji Środkowej. Będzie to obszar 10 razy większy niż cała nawadniana dolina Nilu, gdzie urządzenia irygacyjne istnieją od tysiącleci.

Jeżeli przy tym uwzględnić, że już obecnie wielkie roboty irygacyjne prowadzi się na Ukrainie, północnym Kaukazie, w republikach zakaukaskich, w Kazachstanie i na Syberii, to w najbliższym dziesięcioleciu cała nawadniana powierzchnia w Związku Radzieckim przekroczy 40 milionów hektarów.

Plan prac w dziedzinie przekształcenia przyrody przewiduje szeroki zakres budownictwa wodnego, wykorzystanie nawodnienia i zalesienia dla zmiany klimatu, całkowitą likwidację posuch i suchowiejów, uregulowanie spadku wód powierzchniowych, osłabienie erozji gleby i polepszenie warunków żeglugi.

#### LASY OCHRONĄ NAWODNIEN

**N**A podstawie decyzji rządu radzieckiego z dnia 20 października 1948 roku w ciągu najbliższych 15 lat na stepowo-leśnych i stepowych obszarach europejskiej części ZSRR powinno się zalesić około 6 milionów ha i wybudować w kołchozach i sowchozach ponad 44000 stawów i zbiorników wodnych. Wzdłuż działów wód i dolin większych rzek tworzy się 8 państwowych pasów leśnych, przecinających kraj z północy na południe na tysiące kilometrów i zagrządzających drogę suchowiejom. Ogólna długość państwowych leśnych pasów ochronnych wyniesie 5320 km. Już w 1950 r. zasadzono prawie 700 tysięcy ha lasów, a na wiosnę 1951 r. sadzeniem objęto 1050 tysięcy ha. Zostaną przeprowadzone wielkie prace nad utrwaleniem i zalesieniem piasków w europejskiej części ZSRR, w Turkmenii i Karałpackiej ASRR. Drogą planowej i pożytecznej dla społeczeństwa pracy mapa Związku Radzieckiego ulega zmianie — zaczęto z niej wymazywać wielkie i małe pustynie.

Wymienione budowle wodne i inne poczynania w dziele przekształcenia przyrody w ZSRR

mają charakter kompleksowy (nawodnienie, transport wodny, energetyka, zaopatrzenie w wodę) i zmierzają do racjonalnego spożytkowania skarbów przyrody na rzecz licznych gałęzi gospodarki narodowej oraz do podniesienia dobrobytu społeczeństwa.

W budowie tych urządzeń pospół z całym narodem biorą udział i nasze siły naukowe, przeprowadzające liczne badania, których wymagają nowe wielkie budowle. Nauka w ZSRR stała się dosłownie własnością i sprawą całego narodu i wszystkie jej zdobycze służą szlachetnym celom twórczego budownictwa pokojowego. O tych pokojowych planach narodu radzieckiego powiadomił cały świat wódz narodu radzieckiego i całej postępowej ludzkości Józef Stalin w rozmowie z korespondentem „Prawdy“ w lutym 1951 r. J. W. Stalin powiedział: „Żadne państwo, w tym również państwo radzieckie, nie może w całej pełni rozwijać produkcji pokojowej, rozpoczynać wielkich budowli w rodzaju elektrowni na Wołdze, Dnieprze, Amu-Darii, wymagających miliardowych wydatków, kontynuować polityki systematycznego obniżania cen artykułów powszechnego użytku, wymagającej również miliardowych wydatków ze skarbu państwa, wkładać setki miliardów w odbudowę zniszczonego przez niemieckich okupantów gospodarstwa narodowego, a jednocześnie z tym pomnażać swe siły zbrojne, rozwijać produkcję wojenną“.

#### ZAPORY WODNE

**Z**GODNIE z planem przeobrażenia przyrody nad Wołgą w pobliżu Kujbyszewa i Stalingradu buduje się w skomplikowanych warunkach geologicznych i hydrogeologicznych zapory spiętrzające wody na wiele dziesiątków metrów i wymagające, dla powzięcia samej koncepcji oraz dla zaprojektowania i budowy, przeprowadzania wielkiej ilości badań geologicznych, hydrogeologicznych i innych.

Kujbyszewska elektrownia wodna o mocy około 2 milionów kW będzie produkowała rocznie do 10 miliardów kWh energii. Z tego 6100 milionów kWh zostanie przekazane do Moskwy linią wysokiego napięcia o długości ponad 800 km i napięciu 400 tysięcy volt. W tym węzle wodnym zostanie zbudowana zapora długości 5,5 km, składająca się z żelbetowej zapory przelewowej wysokości 32 m, wału ziemnego oraz śluz do przepuszczania statków. Grzbietem za-

pory przejdzie linia kolejowa i szeroka szosa. Trzeba będzie przekopać 150 milionów m<sup>3</sup> gruntów suchych i gruntów zawodnionych oraz ułożyć 6 milionów m<sup>3</sup> betonu. Spiętrzenie wody dla elektrowni kujbyszewskiej rozciągnie się w górę rzeki na 500 km przy szerokości zbiornika 40 km. Ogółem powierzchnia sztucznego jeziora przekroczy 5000 km<sup>2</sup>. Kazań, leżący dziś 7 km od Wołgi, znajdzie się nad samą rzeką. Dla uchronienia niektórych dzielnic Kazania od zalania przez wody gruntowe i powierzchniowe, będą usypane groble i zostaną obwałowane poszczególne dzielnice tego miasta.

Druga zapora na Wołdze powstanie w Stalingradzie i będzie miała długości 4,5 km, z czego część żelbetowa wyniesie 1,5 km a ziemna 3 km. Wykop pod nią będzie założony na głębokości 26 m pod poziomem rzeki. Sama elektrownia będzie się ciągnęła na przestrzeni 0,5 km, a jej podstawa spocznie na glinach czwartorzędowych. Spiętrzenie wody rozciągnie się w górę rzeki na 500 km przy szerokości zbiornika dochodzącej do 30 km. Moc elektrowni stalingradzkiej wyniesie 1,7 miliona kWh, a jej roczna produkcja — 10 miliardów kWh, z czego 4 miliardy otrzyma Moskwa.

Jeżeli chodzi o moc i rozmiary produkcji energii elektrownie kujbyszewska i stalingradzka przewyższą największe elektrownie USA — Boulder Dam i Grand Coulee.

Energia elektrowni kujbyszewskiej i stalingradzkiej umożliwi nawodnienie ponad 2,5 miliona ha gruntów w obwodzie kujbyszewskim, saratowskim oraz w części obwodu penzańskiego i czałowskiego, pustyń i stepowych obszarów nadkaspjskich, oraz dodatkowo doprowadzi wodę do dalszych 12 milionów ha.

Na obszarze pomiędzy rzeką Ural a Wołgą wykopie się 852 km kanałów głównych i 4500 km kanałów rozprowadzających. Główny Kanał Stalingradzki, biegnący od Wołgi ku Uralowi w gruntach piaszczystych i gliniastych, będzie miał 650 km długości. Przepływ wody w nim wyniesie 400 m<sup>3</sup> na sekundę.

Wszystkie te olbrzymie roboty wodne przeprowadzane w dorzeczu Wołgi, Dniepru i Amudarii wymagały od geologów, hydrogeologów i gleboznawców szczegółowych badań, mających na celu ustalenie technicznych właściwości gruntów i warunków ich występowania, zbadania chemizmu i poziomu wód gruntowych, przepiękliwości i stopnia spękania gruntów, opraco-

wania środków dla uniknięcia podtopienia tych czy innych obszarów przez wody gruntowe na skutek spiętrzenia wody w zbiorniku i dla zapobieżenia powstawania zsuwów, osiadania i zasolenia gruntów na obszarach nawadnianych.

Nasi geolodzy wykonali nie tylko niezbędne geologiczno-techniczne i hydrogeologiczne zdjęcia, wiercenia i prace szurfowe, lecz nadto osobne badania laboratoryjne i terenowe dla ustalenia wytrzymałości różnego rodzaju gruntów oraz ich własności mechanicznych we wszystkich rejonach wielkich budowli. Wszystkie te prace prowadziły zespoły umyślnie w tym celu organizowane, liczące wieluset inżynierów-geologów, hydrogeologów, geofizyków, techników i лаборantów, posługujących się najnowocześniejszym sprzętem wiertniczym i specjalnymi narzędziami dla badań terenowych i laboratoryjnych.

Prowadząc wielką pracę badawczą geolodzy musieli jednocześnie poszukiwać materiałów budowlanych (piasek, żwir itd.) dla urządzeń wodnych i innych. Dla orientacji w rozmiarach prac geologiczno-poszukiwawczych wykonywanych w rejonach urządzeń wodnych i na terenach nawadnianych wystarczy powiedzieć, że tylko w kujbyszewskim węźle wodnym odwiercono ponad 177000 metrów bieżących otworów niekiedy do głębokości 300 m. Oprócz tego dla zbadania układu wód gruntowych w rejonach, które mają być w przyszłości nawadniane, została odwiercona i założona osobna sieć studzien obserwacyjnych umożliwiających kontrolowanie poziomu wód gruntowych i ich składu chemicznego po wybudowaniu zbiorników oraz kanałów nawadniających w rejonach ochronnych pasów leśnych.

W wyniku szerokiego współdziałania pracowników naukowych i produkcyjnych roboty geologiczne zostały wykonane w krótkim czasie i stały na wysokim poziomie technicznym i naukowym.

Akademia Nauk ZSRR, różne ministerstwa i podległe im instytuty naukowo-badawcze skierowały na obszary tych budowli swoje najlepsze kadry naukowe i techniczne.

#### KANAŁY — OLBRZYMY

**W**ZESPOLE przedsięwzięć zmierzających do przeobrażenia przyrody duże znaczenie ma, oddany już do użytku, żeglowny kanał Wołga — Don imienia W. I. Lenina, długości 101

km. Połączenie Wołgi z Donem było uwiecznieniem ogromnych prac w dziedzinie odbudowy i budowy dróg wodnych, łączących w jeden system komunikacyjny morze Białe, Bałtyckie, Kaspijskie, Azowskie i Czarne. Kanał Wołga — Don rozwiązuje nie tylko zagadnienie transportu. Wody Donu nawodnią 2750000 ha ziemi ulegającej dotychczas posuchom. Koło stacji Cymlańskiej została wybudowana zapora długości 12,75 km, miejscami osiągająca 35 m wysokości, spiętrzająca wodę do 26 m, oraz elektrownia wodna o mocy 160000 kW. Przy budowie kanału trzeba było wykopać 152,1 miliona m<sup>3</sup> ziemi i pokonać dział wód wznoszący się 88 m nad poziomem Wołgi i 44 m nad poziomem Donu, przy odległości między tymi rzekami wynoszącej zaledwie 60 km.

Przy zastosowaniu wibracji wbito w dno głębokiego wykopu 16000 ton stalowych słupów i ścianek stalowych wodoszczelnych; konstrukcja ta utworzyła stalowy, niezawodny fundament zapory Cymlańskiej.

Dla przepływu statków z Wołgi do działu wód i opuszczania się ich do Donu zbudowano 13 śluz, tworzących „schody wołgodońskie“. Statki dostaną się nimi na Morze Cymlańskie, którego pojemność wyniesie 23,8 miliarda m<sup>3</sup> wody.

Szczegółowe badania geologiczno - techniczne przeprowadzone w rejonie kanału Wołga—Don pozwoliły zorientować się w skomplikowanej budowie geologicznej tego terenu i znaleźć dogodne warunki dla wszystkich budowli.

Umożliwiło to wykonanie całej budowy kanału, a w tym i zapory Cymlańskiej na Donie, w skałach miękkich (piaski i gliny). Trzeba zaznaczyć, że przy budowie poszczególnych śluz kanału napotkano gliny, które spowodowały zsuw do wykopu — objętości 30.000 m<sup>3</sup> — co zmusiło budowniczych do zastosowania środków koniecznych do utrwalenia zsuwających się mas.

Wielkie prace zmierzające do przeobrażenia przyrody są prowadzone również w południowych obszarach Ukrainy i na stepach Krymu. W tym celu zaplanowano budowę zapory na Dnieprze pod Kachówką, spiętrzającej wodę o 16 m, a na niej elektrowni o mocy 250000 kW, oraz budowę kanałów Południowo-Ukraińskiego i Północno-Krymskiego. Umożliwi to nie tylko nawodnienie cierpiących na niedostatek wody urodzajnych ziem południowej Ukrainy i północnego Krymu, ale i rozwiąże zagadnienie

zaopatrzenia w wodę i energię elektryczną miast, kołchozów i zakładów przemysłowych Ukrainy i Krymu.

Kanał Południowo-Ukraiński zacznie się pod Zaporozem nad Dnieprem. Wykorzystując wody zbiornika na rzece Mołocznej, przetnie południową Ukrainę w kierunku na Siwasz, skąd już zaczyna się kanał Północno-Krymski, który będzie biegł od Siwasza w kierunku Dżankoi i dalej poprzez stepowe obszary Krymu do miasta Kercza. Ogólna długość obu kanałów osiągnie 550 km, a kanałów nawadniających — 300 km.

Przy budowie kanałów Południowo-Ukraińskiego i Północno-Krymskiego zostaną odsłonięte nie tylko utwory czwartorzędowe i trzeciorzędowe, ale i starsze. Średnia szerokość kanału Południowo-Ukraińskiego wyniesie 120 m, a w niektórych miejscach osiągnie 600 m. Początkowy odcinek kanału będzie stanowił wykop długości 20 km i głębokości ponad 100 m. Na samym tylko odcinku tego wykopu trzeba będzie usunąć 120 milionów m<sup>3</sup> ziemi. Na 550 km trasie kanałów Południowo-Ukraińskiego i Północno-Krymskiego, w skomplikowanych warunkach geologicznych i terenowych (przebiecie kanału przez Siwasz) stanie ponad 50000 różnych budowli. Na trasie kanału Północno-Krymskiego będą zbudowane zbiorniki wodne i pompy tłoczące dla zapewnienia dopływu wody do kanału w ciągu całego roku.

Duże zespoły geologów, pracując na trasie tych kanałów i w obszarach nawodnienia, wykonały w krótkim czasie wielkie badania geologiczne, hydrogeologiczne i geofizyczne, bez których nie do pomyślenia byłoby racjonalne zaplanowanie i realizacja budowy różnorodnych urządzeń. Wobec sejsmiczności Krymu w rejonie kanału przeprowadzono odpowiednie badania.

Również na obszarze Turkmenii są wykonywane obecnie wielkie prace nad przeobrażeniem przyrody Azji Środkowej zmierzające do zaopatrzenia w wodę osiedli i zakładów przemysłowych, do uzyskania energii elektrycznej i rozwoju transportu wodnego.

Budowa Głównego Kanału Turkmeńskiego oznacza decydujący atak na pustynię. W tym celu zaplanowano odprowadzenie wody z Amu-Darii u przylądka Tachia - Tasz (gdzie będzie zbudowana zapora zamykająca odpływ rzeki do Morza Aralskiego) do Głównego Kanału Turkmeńskiego w ilości 350 — 400 m<sup>3</sup> na sekundę,

z możliwością dalszego powiększenia tej liczby do 600 m<sup>3</sup>. Główny Kanał Turkmeński — długości 1100 km — od przylądka Tachia-Tasz nad Amu-Darią przejdzie przez całą Turkmenię ze wschodu na zachód do Krasnowodzka, wykorzystując na długości 500 m koryto Uzboja, którym w przeszłości płynęły wody Amu-Darii. Będzie to najdłuższy ze wszystkich obecnie istniejących kanałów nawadniających i komunikacyjnych.

Główny Kanał Turkmeński długością swoją przewyższy wszystkie istniejące kanały świata z wyjątkiem Wielkiego Kanału Chińskiego.

Na Głównym Kanale Turkmeńskim, na piaszczystym podłożu, zostaną zbudowane urządzenia hydrotechniczne i energetyczne — zapora na Amu-Darii pod Tachia-Taszem i dwie zapory z dużymi zbiornikami na trasie kanału — z trzema elektrowniami o łącznej sile 100000 kW.

Zostaną zbudowane potężne odprowadzające kanały nawadniające o łącznej długości 1200 km, odgałęziające się od Głównego Kanału Turkmeńskiego i zapory Tachia-Tasz, w celu nawodnienia piaszczystych obszarów pustyni Kara-Kum i południowo-zachodniej Turkmenii. Od głównego kanału rozchodzić się będą rurociągi o ogólnej długości 1000 km dla zaopatrzenia w wodę zakładów przemysłowych i osiedli. Na brzegach głównego i bocznych kanałów powstaną lasy, parki i sady o powierzchni 500000 ha. Na terytorium Kara-Kum zostanie nawodnionych do 7 milionów ha pastwisk. Dla gospodarki rolnej, głównie pod bawełnę, uzyska się 1300000 ha nowych terenów pod uprawę (w południowo-zachodniej Turkmenii 500000 ha, w rejonie obecnej delty Amu-Darii 300000 i 500000 ha w Kara-Kałpak i w północnej Turkmenii).

Węzeł wodny Tachia-Tasz będzie się składać z betonowej zapory wodnej przelewowej i tamy ziemnej, która przeciąwszy koryto i dolinę Amu-Darii zetknie się z wysokim prawym jej brzegiem. Utworzony przez tę zaporę zbiornik będzie się ciągnął na długości 35 — 40 km w górę Amu-Darii.

Nad ustaleniem miejsca budowy zapory i wyborem trasy kanału w Turkmenii pracowało kilkadziesiąt różnych ekspedycji badawczych, w których skład wchodziło wielu specjalistów.

Na trasie kanału i w rejonach lokalizacji zapór — w celu wykrycia źródeł zaopatrzenia w wodę i w materiały budowlane — przeprowa-

dzono w szczegółowej skali zdjęcia geologiczne, hydrogeologiczne i geomorfologiczne, badania geofizyczne i gleboznawcze oraz wykonano wiele tysięcy wierceń różnej głębokości.

Zważywszy, że teren Turkmenii uległ w 1929 i 1948 roku silnym trzęsieniom ziemi, przy przeprowadzaniu badań geologicznych zwrócono szczególną uwagę na badanie obecnie zachodzących ruchów tektonicznych tak w strefie samego kanału, jak i w miejscach lokalizacji urządzeń hydrotechnicznych.

Przed uczonymi stanęły i inne, nie mniej odpowiedzialne zadania. Należało opracować metodę określania wskaźników przepuszczalności grubego kompleksu skał piaszczysto-ilastych i obliczania strat wody wsiąkającej w dno i ściany kanału. Uczeni radzieccy rozwiązali z powodzeniem ten problem, opracowawszy w tym celu teorię przesiąkania wody z kanałów przy wielkiej miąższości gruntów piaszczystych, nasyconych wodą i suchych.

Scharakteryzowane wyżej budownictwo urządzeń hydrotechnicznych i inne przedsięwzięcia, wchodzące w zespół robót zmierzających do przeobrażenia przyrody ZSRR pociągają za sobą konieczność wykonania samych tylko prac ziemnych wyrażających się liczbą 1,5 miliarda m<sup>3</sup>. Z tego na budowę Głównego Kanału Turkmeńskiego przypada około 650 milionów m<sup>3</sup>, a na budowę kanału Wołga — Don — 152,1 miliona m<sup>3</sup>.

Przy budowie samego tylko kanału Wołga — Don wzniesiono do 3 milionów m<sup>3</sup> konstrukcji betonowych i żelbetowych.

#### PRACUJĄ MASZYNY...

**Z**WIĄZEK Radziecki przystąpił do wykonania wielkich budowli rozporządzając potężną techniką. Pozwoliła ona zmechanizować wszystkie podstawowe roboty na wielkich budowlach za pomocą różnorodnych maszyn zbudowanych przez radzieckich konstruktorów i wyprodukowanych w zakładach krajowych. Tak np. przy budowie kanału Wołga — Don 97% robót ziemnych wykonano maszynami. Na tej budowie również: ponad 90% wszystkich prac budowlanych wykonano przy użyciu specjalnych maszyn. W zakresie mechanizacji robót ziemnych rozporządzamy obecnie różnymi koparkami — od ruchomych maszyn o pojemności 1/4 m<sup>3</sup> do olbrzymiej, kroczącej koparki o pojemności 14 m<sup>3</sup> i wadze ponad 1000 ton. Wysokość tej koparki przekracza 20 m, a łącz-

na moc wszystkich jej motorów osiąga 7000 kW. Taka koparka w ciągu 1 godziny może wykopać do 1000 m<sup>3</sup> ziemi. Pracując na głębokości 45 m może ona odrzucać ziemię na odległość 125—130 m. Jedna taka koparka (obsługiwana przez 5 ludzi na jedną zmianę) zastępuje do 10000 kopaczy.

Ważną pozycję w budownictwie naszego kraju stanowią środki hydromechaniczne; szczególnie pływające drągi pozwalają nie tylko rozmywać ziemię, ale także specjalnymi rurociągami transportować powstały w ten sposób szlam na miejsce wznoszonych zapór i grobli, usuwać ziemię z wykopów oraz kopać kanały.

Przemysł radziecki produkuje pływające pompy ziemne o wydajności od 30 do 1000 m<sup>3</sup> na 1 godz., ze zdolnością do ssania rozrzedzonej wodą ziemi z głębokości 24 m. Taka wielka pompa zastępuje 1.500 roobtników. Na budowie pracują także potężne wywrotki o pojemności do 25 ton. Prace betonarskie przy budowie urządzeń hydrotechnicznych są również zmechanizowane. Dla przykładu przytoczyć można, że przy budowie stalingradzkiej elektrowni wodnej będzie się wznosić do 10000 m<sup>3</sup> konstrukcji betonowych na dobę.

Na budowach pracuje jeszcze wiele innych urządzeń mechanicznych, ułatwiających pracę i przyspieszających budowę. Również większość prac badawczych na budowach jest także zmechanizowana. Ekspedycje geologiczne są wyposażone w wysokiej jakości sprzęt wiertniczy, w aparaturę do obserwacji geofizycznych, w urządzenia do laboratoryjnego i terenowego badania wód gruntowych i gruntów, rozporządzają samochodami zdolnymi do poruszania się w trudnych warunkach terenowych, samolotami, stacjami radiowymi i różnymi innymi udogodnieniami. Na naszych budowach zostały założone laboratoria badawcze, które nie ustępują rozmachem i poziomem instytutom naukowo-badawczym.

Wysoki poziom nauki i techniki w naszym kraju pozwala realizować w krótkim czasie olbrzymie zamierzenia hydrotechniczne i inne: np. elektrownię kujbyszewską i stalingradzką, stawiane na silnie zawodnionych gruntach — każdą w okresie 1500 dni roboczych. Główny Kanał Turkmeński i cały zespół związanych z nimi kanałów i wodociągów nawadniających będą realizowane w ciągu 2500 dni (7 lat). Kanał Wołga — Don przy olbrzymiej ilości robót ziemnych (ponad 150 milionów m<sup>3</sup>) i beto-

niarskich (3 miliony m<sup>3</sup>) został zbudowany w niebywale krótkim okresie czasu 1949—1952 r. Dla porównania przypomnę, że Kanał Sueski długości 166 km był budowany ponad 10 lat, a Kanał Panamski — dwukrotnie krótszy — ponad 30 lat; elektrownia wodna Boulder Dam na rzece Colorado w stanie Arizona o mocy około 1.000.000 kW buduje się już 40 lat.

**P**O WYBUDOWANIU urządzeń hydroelektrycznych, stawów i innych zbiorników wodnych, po zakończeniu sadzenia lasów na powierzchni 120 milionów ha, po wykonaniu olbrzymich robót nawadniających znacznie lepszą się warunki klimatyczne nie tylko w obszarach wznoszonych budowli, ale i na terenach sąsiednich. W jednym tylko rejonie aralokaspijskim będzie się zużywać do 50 miliardów m<sup>3</sup> wody na nawodnienie pól i nawilgocenie powietrza. Wody te pochłoną nadmiar ciepła w ośrodkach tworzenia się suchowiejów, dadzą spadek temperatury w okresie wegetacji i podniosą wilgotność względną powietrza. Analogiczny wpływ na klimat będą miały zbiorniki wodne i wody zraszające w rejonach Wołgi, Dniepru i Wołgo-Donu. Wszystko to w rezultacie spowoduje wzrost wilgotności Ukrainy, Powołża i północnego Kakazu.

Wielkie obszary południowej Ukrainy i północnego Krymu (3,2 miliona ha), na Zawolżu i nad Morzem Kaspijskim (14 milionów ha), stepów dońskich i salskich (2,75 milionów ha), zachodniej Turkmenii i niziny nad Amu-Darią (8,3 milionów ha) nasycone wilgocią dadzą różnorodne plony rolne i hodowlane w ilości wystarczającej dla wyżywienia 100 milionów ludzi.

Główny Kanał Turkmeński, długości 1.100 km, szerokości ponad 100 m i głębokości kilka metrów, odślaniający grubą serię piaszczysto-gliniastych skał czwarto- i trzeciorzędowych, stanie się magistralą żeglowną, łączącą obszary nizin nad Amu-Darią z Morzem Kaspijskim, a przez Wołgę i Kanał Wołga — Don, z Morzem Czarnym, Azowskim, Bałtyckim i Białym. Nowe elektrownie zbudowane na Wołdze, Dnieprze, Amu-Darii i Donie będą miały łącznie moc 4,2 milionów kW.

**W**SZYTKIE budowle wykonywane w ramach planu przeobrażenia przyrody prowadzone są na szerokim fundamencie badań geologicznych, hydrogeologicznych, geologiczno-technicznych, geofizycznych i innych.

Badania geologiczne dokonywane są od początku do końca na podstawie poprzednio opracowanego i naukowo uzasadnionego projektu prac, przygotowanego przez doświadczalne zespoły geologów oraz organizacji produkcyjnych, naukowych i kształcących nowe kadry. W celu skoordynowania prowadzonych badań i udzielenia naukowo-metodycznej pomocy budowom zostały utworzone komitety współpracy przy Akademii Nauk ZSRR i przy akademiach poszczególnych republik, z udziałem najpoważniejszych uczonych Związku Radzieckiego.

Materiały uzyskane w terenie i laboratoriach są opracowywane i następnie wykorzystywane przy projektowaniu i stosowaniu koniecznych zabiegów zapewniających trwałość wznoszonych budowli i nieprzerwany tok ich wykonania.

Dla przeprowadzenia terenowych prac geologicznych, hydrogeologicznych i geologiczno-technicznych opracowano i wydano konieczne przewodniki metodyczne i instrukcje. Prócz tego wydano popularną literaturę hydro-geologiczną i geologiczno-techniczną. Wszystko to zapewniło sprawną organizację badań geologicznych, terminowe wykonanie prac, wysoką jakość materiałów terenowych i pozwoliło w całej pełni wykorzystać zebrany materiał faktyczny przy zestawieniu syntetycznych opisów geologicznych i hydrogeologicznych, sporządzaniu geologicznych i hydrogeologicznych map wielkich obszarów i przy ich geologiczno-technicznej ocenie, wciągając w ich wykonanie szeroki zespół badaczy.

Uczeni radzieccy przy współpracy z racjonalizatorami stworzyli nowe metody i środki obniżenia poziomu wód gruntowych w głębokich wykopach, co w sposób zasadniczy polepszyło warunki prac konstrukcyjnych i hydrotechnicznych. Przy budowie kanału Wołga — Don pomimo dopływu wód gruntowych do wykopu, roboty ziemne — przy zastosowaniu środków obniżających poziom wody — były prowadzone w prawie suchych skałach. Na tejsze budowli wywołując sztuczne pola elektryczne (elektroforeza) w warstwach glin nasyconych wodą, budowniczo wie znacznie podnosili wskaźnik przepuszczalności gliny i szybko osiągnęli jej osuszenie.

Prace nad przeobrażeniem przyrody stawiają przed naszymi geologami i specjalistami pokrewnych dziedzin zadania o ogromnym znaczeniu naukowym i praktycznym. Spośród naj-

ważniejszych zadań można wskazać następujące: badania geologiczne i hydrogeologiczne wielkich obszarów, których znaczną część stanowią pustynie i półpustynie południowo-wschodniej europejskiej części ZSRR, Kazachstanu i Azji środkowej oraz szczegółowe badania geologiczno-techniczne na odcinkach budowli hydrotechnicznych, tras kanałów i na obszarach nawodnienia. Będzie tu należała również organizacja badań reżimu wód gruntowych, ich składu chemicznego oraz rozmiarów i kierunku zmian wywołanych ingerencją człowieka.

Należy badać współczesne ruchy tektoniczne, odgrywające ogromną rolę w sejsmiczności poszczególnych obszarów, przewidywać zjawiska geologiczne na terenach budowli, zbiorników wodnych, obszarów nawadnianych, przewidywać zmiany poziomu i zasolenia wód gruntowych w obszarach regulacji nawodnienia, opracowywać sposoby kierowania tymi zjawiskami.

Przy budowie wielkich zbiorników wodnych i kanałów zostaną zebrane nowe materiały, konieczne do opracowania najnowszych teorii obliczenia trwałości zboczy, powstawania zsuwów, osiadania gruntu skutkiem nawilgocenia, regulacji brzegów; zostaną także sprecyzowane metody obliczania strat skutkiem przesiąkania wody ze zbiorników i kanałów przy wielkiej miąższości skał piaszczystych.

Wybudowanie elektrowni kujbyszewskiej i stalingradzkiej na Wołdze, Głównego Kanału Turkmeńskiego, elektrowni kachowskiej na Dnieprze, kanałów Południowo-Ukraińskiego, Północno-Krymskiego i Wołgo-Dońskiego, utworzenie ochronnych pasów leśnych, budowa stawów, zbiorników wodnych, doprowadzenie wody i nawodnienie — wszystko to wywoła poważne zmiany nie tylko w klimacie i hydrografii znacznej części obszaru ZSRR, ale będzie miało także wielki wpływ na glebę i szatę roślinną oraz na zjawiska fizyczno-geologiczne. Człowiek radziecki — opierając się na najnowszych zdobyczach nauki i techniki — wywiera wpływ na współczesne zjawiska geologii dynamicznej (zsuwy, kras, osiadanie gruntu, powstawanie wąwozów) kierując nimi zgodnie ze swoimi potrzebami.

Dzieło przeobrażenia przyrody znacznie wzbogaci naukę geologii w nowy materiał faktyczny i będzie sprzyjało dalszemu jej rozwojowi.