

P. 1528

Dr. Kazimierz Gajl

ZESZYT II—III.

1930.

ROCZNIK LV.

KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.



tom.org.pl

TREŚĆ.

	Str.
W. Gorczyński. — O ilości i roli ozonu w atmosferze ziemskiej	113
J. Moniak. — O wpływie prądu Golfowego i lodów na klimat Europy	127
A. Łomnicki. — Zagadnienia statystyki matematycznej. Część II. Statystyka dwóch i więcej zmiennych. Teoria korelacji	165
J. Paczoski. — Zmiany szaty roślinnej	241
K. Simm. — Znaczenie i cele przyrodniczych muzeów regionalnych	267
Sprawy Towarzystwa	285

Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.

Do P. T. Członków
Polskiego Towarzystwa Przyrodników
im. Kopernika

Zawiadamiamy P. T. Członków, iż Walne Zgromadzenie uchwaliło w dniu 19 lutego 1930 r. podnieść wkładkę roczną członkowską do wysokości **24 zł.**, począwszy od 1931 r.

Na podstawie uchwał Walnego Zgromadzenia Towarzystwa oraz Zarządu Głównego zawiadamiamy równocześnie, iż, począwszy od 1931 r., Członkowie Towarzystwa przestają otrzymywać bezpłatnie czasopismo popularne „Przyroda i Technika“.

Czasopismo to przestaje od tego czasu wychodzić staraniem Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, przechodząc na wyłączną własność Firmy „Książnica-Atlas“ we Lwowie.

Zarząd Główny.

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA.

ROCZNIK LV.

ROK 1930.

ZESZYT II—III.

WŁADYSŁAW GORCZYŃSKI.

O ilości i roli ozonu w atmosferze ziemskiej.

W S T Ę P.

Z wiązki promieni słonecznych, wchodzących do atmosfery ziemskiej, tylko pewien ułamek dochodzi bezpośrednio do powierzchni ziemi. To znaczne osłabienie, jakiemu w warstwach atmosferycznych podlega energia promienista, idąca od słońca, następuje z jednej strony wskutek pochłaniania (absorbacji) tych promieni z zamianą na ciepło, a z drugiej strony z powodu rozpraszania się (dyfuzji) tych promieni na wszystkie strony. Dzięki temu rozpraszaniu niebo wysyła nam promienie we wszystkich kierunkach; natężenie rozproszonych w ten sposób energii słonecznej możemy łatwo mierzyć zapomocą prostych przyrządów, zwanych solarymetrami, podobnie jak do pomiarów bezpośredniego promieniowania słonecznego służą pyrliometry. Opis tych nader łatwych do użycia przyrządów znaleźć można w „Wiadomościach Meteorologicznych“ z r. 1927, wydawanych co miesiąc przez Państwowy Instytut Meteorologiczny w Warszawie, a także w katalogach konstruktora paryskiego Jules Richard, wyrabiającego nadto znane na świat cały barografy, termografy i inne instrumenty samozapisujące.

Z pośród składników atmosfery ziemskiej znana jest absorbcja tlenu, kwasu węglowego oraz ozonu, który — mimo swego słabego tylko procentowo udziału — pochłania jednak promienie słoneczne stosunkowo silnie. Pozatem znaczne, lecz zmienne nader w czasie i przestrzeni, ilości promieniowania słonecznego absorbuje para wodna w atmosferze ziemskiej.

Rozpraszanie (dyfuzja) promieni jest nieodłączną właściwością każdego ośrodka mętnego, a więc zachodzi stale w atmosferze ziemskiej, w której unosi się tyle rozmaitych cząsteczek i pyłków. Mamy tu do czynienia z dyfuzją molekularną, wywołaną przez czyste powietrze; ponadto rozpraszanie wywołują bardzo drobne cząstki (grupy molekuł), a wreszcie istnieje dyfuzja spowodowana istnieniem kropelek i pyłków o rozmiarach bardzo znacznych w porównaniu z wielkością samych molekuł.

W razie mgieł lub dymów oraz chmur, mamy do czynienia z działaniem obustronnem zarówno dyfuzji jak i absorbcji.

Dyfuzja molekularna wzrasta silnie w miarę posuwania się od promieni pozaczzerwonych ku krótszym długościom fal tak, że w ultrafiolecie (n. p. dla fali 0.3 mikrona co odpowiada 3.000 Å czyli t. zw. jednostek Ångströma) już więcej niż dwie trzecie promieni ulega rozproszeniu.

Posuwając się dalej w kierunku ultrafioletowej części widma, tak ważnej dla celów leczniczych, napotykamy się tam z silną bardzo absorbcją ozonu atmosferycznego, która sprawia, że już koło 2.900 Å widmo słoneczne urywa się całkowicie. To działanie ozonu w atmosferze ziemskiej jest tak znamienne i doniosłe dla fizyki, meteorologii i medycyny, że wywołało i jest w dalszym ciągu przedmiotem szeregu ważnych badań, a w maju 1929 r. odbyła się w Paryżu pierwsza konferencja międzynarodowa w tej sprawie, o której poniżej podajemy kilka wiadomości.

Pierwsza konferencja międzynarodowa w sprawie ozonu atmosferycznego.

Z inicjatywy prof. Dobsona z Uniwersytetu w Oxfordzie znany fizyk i wielce zasłużony badacz w sprawach ozonu atmosferycznego prof. Charles Fabry zorganizował w maju 1929 r. pierwszą konferencję międzynarodową dotyczącą ozonu

oraz związanych z nim kwestji z dziedziny aktynometrii i meteorologii.

Po rozesłaniu przez prof. Fabry zaproszeń do osób bezpośrednio zainteresowanych w tych badaniach, przybyło na zjazd ten do Paryża z górą 40 specjalistów. Poza najliczniejszą grupą francuską, w pośród której poza prof. Fabry wymienimy zwłaszcza nazwiska: Buisson z Marsylji, Cabannes z Montpellier, Dufay z Lyonu, Chalonge i Leconte z Paryża, sporo było Anglików (Dobson, Chapman, Govan, Lawrence, Whipple i inni) oraz Niemców (Gerlach, Ladenburg, Linke etc.). Ze Szwajcarji przybyli Meyer i Lugeon z Zurychu, Lindholm z Davos, Götz z Arosa, a z krajów skandynawskich uczestniczyli Bjerknes, młody Ångström i Rosseland. Z Polaków brał udział w zjeździe tylko autor niniejszego artykułu.

Program zasadniczy obliczony był na trzy dni. Dnia 15-go maja nastąpiło otwarcie zjazdu oraz referat (na pełnym posiedzeniu Francuskiego Towarzystwa Fizycznego) prof. Dobsona o ozonie atmosferycznym. Popołudniu tegoż dnia odbyła się szczegółowsza dyskusja nad ozonem, w której omawiano niektóre punkty sporne, wysuwane głównie przez grupę niemiecką. Chodziło przedewszystkiem o to, czy w dotychczasowym stanie badań można już uważać za zupełnie ustalone wyznaczenia zmian ozonu z dnia na dzień; pozatem istnieje przypuszczenie, uzasadniane pomiarami Hoelpera w Riezlern (1150 metrów wysokości), że na raptowne ucięcie widma słonecznego koło 2.900 Å wpływa nie tylko absorbcja ozonu, lecz także i pyłki w atmosferze.

Z dyskusji wyłoniło się, że dalsze pomnożenie dotychczasowej sieci punktów ozonometrycznych¹⁾ jest nie tylko pożą-

¹⁾ Wtrącamy tu od siebie uwagę, że w Polsce systematyczne badania nad ozonem atmosferycznym nie są dotąd wcale prowadzone. Byłoby przeto bardzo wskazane, aby pod egidą Komitetu Geofizyki przy Akademji Umiejętności pomiary odnośne mogły być zainaugurowane w najbliższej przyszłości; dałoby to się połączyć z zamierzonymi badaniami promieni ultrafioletowych w górach polskich, zaleconymi już oddawna przez XII. Zjazd Przyrodników i Lekarzy w Warszawie w lipcu 1925 r. a dotychczas jeszcze nie zrealizowanymi.

dane, ale i niezbędne dla ostatecznego wyjaśnienia nastroczających się tu wątpliwości.

Dzień 16-go maja poświęcony był omawianiu metod pomiarów ozonu atmosferycznego oraz kwestyj instrumentalnych i laboratoryjnych z tem związanych.

Demonstrowano w naturze lub w obrazach świetlnych cały szereg przyrządów, a w pierwszej linii podwójny spektrograf do pomiarów ozonu w ultrafiolecie według metody Fabry i Buisson oraz potrzebny do badania klisz mikrofotometr Chalonge'a i Lambert'a. Prof. Dobson z Oxfordu objaśniał działanie swego spektrografu uproszczonego, który używany jest w kilkunastu miejscowościach, rozrzuconych w różnych dominjach i krajach Wielkiej Brytanji. Z kolei dr. Götz wyjaśnił używany przez niego w miejscowości górskiej Arosa we Szwajcarii spektrograf precyzyjny.

Gdy wszyscy powyżsi badacze posługują się metodą wyznaczania ozonu przy pomocy jego pasm absorbcyjnych w ultrafiolecie, a więc posługiwać się muszą fotografowaniem widma i badaniem zaczernienia klisz żmudną metodą mikrofotometryczną, to prof. Cabannes z Uniwersytetu w Montpellier referował nową metodę wyznaczania ilości i wysokości ozonu atmosferycznego zapomocą jego pasm absorbcyjnych w części widzialnej widma (t. zw. pasma Chappuis). Zaznaczył on, że już oddawna z bologramów, otrzymywanych od szeregu lat w Ameryce przez Langley'a, można było wyprowadzać dane ilościowe co do ozonu atmosferycznego z badania spektrogramów koło 6.000 Å; jeżeli następcy Langley'a Abbot i Fowle nie robili stale tych wyznaczeń, to poprostu dlatego, że nie wiedzieli o możliwości użycia pasm Chappuis do tego celu.

Dodamy od siebie, że zastosowaniem praktycznym metody pomiarów ozonu atmosferycznego zapomocą absorbcji w części widzialnej widma zajmuje się obecnie p. Andrzej Ike-Duninowski, który opracowuje obecnie tezę doktorską na ten temat w Laboratorjum Fizycznym prof. Cabannes. Używa on w tym celu aparatury spektrograficznej, która autorowi niniejszego służyła do pomiarów spektro-pyrheliometrycznych (głównie w infracrzerwieni) w czasie pobytu w oazach saharyjskich i w Ariana pod Tunisem w latach 1924/1927 wraz z pp. Duninowskim lub Lemańskim.

Używany wtedy spektrograf¹⁾ musiał ulec odpowiednim zmianom w celu dostosowania go do pomiarów ozonu w części widzialnej widma słonecznego. Zamiast termostosu linjowego zastosowano obecnie termoelement w próżni ze specjalną koncentracją promieni zapomocą systemu szkieł optycznych; ponadto zwiększono dyspersję pryzmatyczną. Dzięki tym adaptacjom otrzymuje się potrzebne szczegóły w części widma widzialnego, obejmującej pasma Chappuis, a nowootrzymanywane w Montpellier przez p. Duninowskiego spektrogramy dają podobnie detaliczny przebieg widma słonecznego jak i bologramy amerykańskie.

Ostatni dzień obrad zjazdu paryskiego poświęcony był dyskusji związków między ozonem i innymi zjawiskami ziemskimi, zwłaszcza z temperaturą warstw powietrznych (referent Gow an), magnetyzmem ziemskim (Chapman, Maurain) oraz falami elektromagnetycznymi (Bureau i Lugeon). W końcu zajmowano się zobrazowaniem całości otrzymanych dotąd wyników nad ozonem i jego zmianami w atmosferze ziemskiej oraz zarysowaniu dalszego programu badań.

Prace zjazdu paryskiego będą bądź osobno w postaci książkowej, bądź jako specjalny zeszyt w jednym z czasopism specjalnych (n. p. Gerlands Beiträge zur Geophysik).

Poza obradami odbyto dwie wycieczki naukowe, a mianowicie do Obserwatorium w Trappes, gdzie p. Volochine prowadzi obecnie badania nad pyrhelimetrem lodowym do pomiarów bezwzględnych promieniowania słonecznego, oraz do Stacji Magnetycznej w Val Joyeux pod Paryżem.

Dodamy wreszcie, że zwiedzono również interesującą wystawę przyrządów fizycznych w Institut d'Optique, w której eksponowali wszyscy wybitniejsi konstruktorzy francuscy (Baudoin, Bouty, Carpentier, Jobin, Richard i inni) a nawet i zagraniczni.

¹⁾ Opis tego spektrografu znaleźć można w miesięczniku „Wiadomości Meteorologiczne“ z r. 1927 w artykule p. t. „O solarymetrach i spektrografach do pomiarów promieniowania słonecznego“, a ostatnio w większej pracy p. t. „Sur les instruments solarimétriques et spectropyrhéliométriques pour les mesures totales, normales et partielles du rayonnement solaire“. (Fasc. 2, Tome V, Annales du Service Botanique Tunisien, Tunis, 1928).

O pasmach absorbcyjnych ozonu w widmie słonecznym.

Ozon, który oznaczają często także nazwą skróconą O_3 , stanowi szczególną modyfikację tlenu, powstając z niego pod wpływem wyładowań elektrycznych, bombardowania elektronów a także pod działaniem skrajnych promieni ultrafioletowych poniżej 1.850 \AA , które tlen silnie pochłania. Jest to gaz ciężki o gęstości 1.67 i o kolorze niebieskim w warstwach od przynajmniej kilkunastu centymetrów grubości.

Ozon posiada charakterystyczną właściwość pochłaniania całego szeregu promieni, położonych w różnych częściach widma. Istnienie odnośnych pasów absorbcyjnych zostało stwierdzone w widmie słonecznym, co tem samem wskazuje na istnienie warstwy ozonu w atmosferze ziemskiej. Obserwacje tych pasów absorbcyjnych, wywołanych działaniem O_3 , pozwalają zarazem na pomiar ilościowy ozonu atmosferycznego, o ile znane są nam przedtem właściwości absorbcyjne tego gazu.

Istnieją cztery pasy absorbcyjne w widmie słonecznym, które po kolei wymieniamy poniżej.

1. Rozciągle pasmo Hartley' a w ultrafiolecie od 2.300 do 3.200 \AA z maksimum wyraźnie zaznaczonem dla 2.550 \AA . Absorbacja występuje tutaj bardzo silnie, a procent przepuszczalności dla warstwy ozonu czystego o grubości 3 mm (do której sprowadza się w warunkach normalnych ciśnienia i temperatury ogólna ilość ozonu w atmosferze ziemskiej) wynosi:

Długości fal (w jednost. Ångstroma)	% przepuszczalności
3.200	85
3.150	64
3.100	43
3.050	19
3.000	4
2.950	0.2
2.900	0.001

Dla mniejszych długości fal absorbacja jest tak wielka, że ozon praktycznie już nie przepuszcza i tem się objaśnia, że już w r. 1881 Cornu wykazał, że widmo słoneczne, mierzone poprzez atmosferę ziemską, urywa się w tem miejscu i że nawet na wysokości 9 km nie wykryto promieni poniżej tej granicy. Wynika stąd zarazem, że warstwa ozonu atmosfery-

cznego, powodująca to urwanie się widma w tem miejscu, leży powyżej tej wysokości.

2. Pasma Hugginsa leży tuż przy pasmie Hartley'a, lecz obejmuje niewielką tylko część widma ultrafioletowego do 3400 Å. Według metody opracowanej przez Cabannes i Dufay bada się to pasmo, kierując spektrograf nie wprost na słońce lecz w kierunku zenitu, przyczem obserwujemy promieniowanie idące od kawałka nieba, które służy nam wtedy jako dogodny ośrodek rozpraszający. Gdy słońce jest blisko horyzontu, dyfuzor tego rodzaju otrzymuje promieniowanie, które przeszło pod znacznym kątem wyższe warstwy bogate w ozon, lecz nie było osłabione przez działanie warstw dolnych atmosfery. Ultrafiolet, który ulega wogóle znacznie większej dyfuzji niż promienie widzialne, wykazuje więc w tym wypadku działanie stosunkowo o wiele silniejsze, niż gdy mierzy się promieniowanie bezpośrednio idące od słońca.

3. Pasma Chappuis rozciągają się na znacznej przestrzeni w części pomarańczowej¹⁾ i czerwonej widma widzialnego z maksimum absorbcji dla długości fali 6.100 Å. Absorbcja jest tu słaba i w maksimum nie przenosi około 10%, lecz z drugiej strony należy zauważyć, że dzięki dużym wartościom natężenia promieniowania słonecznego w tej części widma, pomiary wypadają tu pewniej i dokładniej niż w prowadzonych dotychczas badaniach rozległego i silnego pasma Hartley'a w ultrafiolecie, gdzie wskutek słabości natężeń energetycznych tylko żmudna metoda mikrofotograficzna daje się stosować. Widać to w świeżo wydanej rozprawie F. Fowle'a (Smiths. Misc. Coll., T. 81, Nr. 11, Washington 1929), poświęconej wynikom pomiarów nad ozonem atmosferycznym według bologa-

¹⁾ Przypomnimy tu, że część widzialna widma obejmuje w liczbach okrągłych tylko długości fali od 0.4 do 0.8 mikrona, gdzie mikron oznacza tysięczną część milimetra; zamiast mikrona używa się w spektroskopji jednostki Ångströma, stanowiącej jedną dziesięciotysięczną część mikrona. Poszczególne barwy nie są jednakowo rozległe; do większych należą niebieska (od 0.43 do 0.49 mikrona), zielona (0.49 do 0.58) i zwłaszcza czerwona (0.63 do 0.76), gdy część żółta i pomarańczowa są krótkie. Poza fioletem (od 0.43 do mniejwięcej 0.40 mikrona) mamy ultrafiolet, którego część 0.32 do 0.29, występująca jeszcze w widmie słonecznem, jest szczególnie aktywna w swem działaniu na skórę ludzką.

mów, otrzymanych w Harqua Hala i Table Mountain (California), Montezuma (Chile) i Mount Brukkaros (S. W. Afryka).

Zaznaczymy wreszcie, że dokładną krzywą absorbcji dla pasm Chappuis podał Colange w „Journal de Physique“ z r. 1927 (Tom 8, ser. VI).

4. Wreszcie pomiary ozonu dałyby się przeprowadzić także na zasadzie pasm absorbcyjnych, istniejących w infraczerwonej części widma, które dotąd dla ozonu nie są ustalone, ale które niewątpliwie istnieją w części widma między 5 i 10 mikronami. W widmie słonecznem energia jest tu niemal znikoma, ale dla promieniowania długofalowego, idącego z powierzchni ziemi, ta część widma wraz ze znajdującymi się tam pasmami absorbcyjnymi ma poważne znaczenie dla równowagi termicznej na kuli ziemskiej.

Pytaniem tem ma zamiar zająć się D. Chalonge, współpracownik prof. Fabry w Paryżu.

Metody pomiarów ozonu w atmosferze ziemskiej.

Podstawą dla prowadzenia tych pomiarów jest znajomość współczynników absorbcji ozonu dla różnych promieni widma. Współczynniki takie otrzymuje się zwykle drogą laboratoryjną, puszczając promienie do spektrografu raz bezpośrednio, a następnie przez daną substancję absorbującą. Jednak, gdy chodzi o absorbcję w atmosferze ziemskiej, nie jesteśmy w możności usunąć jej wpływu na nasze żądanie, ale zato prowadząc pomiary dla różnych odległości zenitalnych słońca między zenitem a horyzontem, zwiększamy niejako warstwę absorbującą; zachodzące tu stosunki reguluje nadto wzór wykładniczy Bouguer'a.

Obserwując w odpowiednich warunkach atmosferycznych natężenie promieni I o pewnej długości fali jednego i tego samego dnia dla różnych długości zenitalnych słońca Z i tworząc wykres z rzędnymi $\text{Sec } Z$ i odciętymi $\text{Log } Z$, otrzymujemy linię, której współczynnik kątowy, odpowiednio przeliczony, odpowiada t. zw. współczynnikowi absorbcji.

Pierwszą zasadniczą serję pomiarów ozonu atmosferycznego wykonali Fabry i Buisson w Marsylji, opierając się na pasmach absorbcyjnych w ultrafiolecie. Wobec małego natężenia energetycznego wypadło tu użyć płyty fotograficznej,

której stopień zaczernienia pod wpływem różnych promieni ultrafioletowych mierzony był następnie metodą mikrofotometryczną. Dla otrzymania czystego widma, wolnego od wpływu rozproszonych promieni widzialnych i infraczerwonych, wypadło używać spektrografu podwójnego, którego części optyczne były oczywiście z kwarcu.

O ile widmo wychodzące z pierwszego spektrografu nie było wystarczające, to o tyle promienie padające na drugi spektrograf z dyspersją w płaszczyźnie prostopadłej do pierwszego, dawały widmo dostatecznie czyste dla badań w ultrafiolecie.

Dla różnych godzin jednego i tego samego dnia oraz dla identycznych czasów ekspozycji otrzymywano na jednej i tej samej płycie szereg fotografii widma słonecznego i na widmach tych wybierano dwanaście punktów od 3.143 do 2.931 Å. Ze stopnia zaczernienia tych punktów, wyznaczanego mikrofotometrem w umówionej skali i odpowiadającego odnośnym natężeniom promieniowania słonecznego I , wykreślano następnie szereg krzywych w funkcji $\log I$ oraz $\sec Z$. Z krzywych widać odrazu, że natężenie silnie się zmniejsza wraz z wzrostem $\sec Z$, t. j. w miarę oddalania się słońca od zenitu w stronę horyzontu. Oczywiście wypadło w tych pomiarach usuwać wpływ dyfuzji molekularnej, która jest znana, oraz inne wpływy (n. p. przezroczystości nieba) bardziej lokalnego charakteru.

Z porównania krzywych rzeczywistej absorpcji atmosferycznej, otrzymywanych każdorazowo przez Fabry i Buisson'a w Marsylii, z krzywą absorpcji znaną już z uprzednich wyznaczeń dla różnych grubości warstw ozonu, można było każdorazowo obliczyć, jaka grubość ozonu w atmosferze odpowiada wykresom spektrograficznym danego dnia. W ten sposób otrzymano wartość około 3 mm na grubość przeciętną warstwy ozonu, zmienną nieco z dnia na dzień a tembardziej w okresie rocznym. Znaczy to, że gdyby można było zebrać całą zawartość ozonu w warstwach górnych atmosfery i sprowadzić ją do stanu czystego ozonu w warunkach normalnych ciśnienia i temperatury, to otrzymałoby się jednolitą warstwę gazową o 3 mm grubości.

Znajomość wartości przeciętnej dla warstwy ozonu w atmosferze nie mówi jeszcze, na jakiej wysokości ozon ten się znaj-

duje. Gdyby on był rozmieszczony równomiernie w atmosferze ziemskiej, to odpowiadałoby to ilości na wagę 60 *mg* w 100 *kg* powietrza. Jednak z wyznaczeń chemicznych wynika, że w warstwach dolnych niema więcej jak 3 *mg* na 100 *kg* i że nawet pomiary w Montblanc na wysokości 4·8 *km* dają takąż samą proporcję.

Wynika stąd, że ozon należy lokalizować w bardziej górnych warstwach atmosfery, co potwierdza także fakt, że i rozciągłość widma słonecznego, uciętego raptownie koło 2.900 Å wskutek absorpcji ozonu, nie ulega zmianom w obrębie kilku kilometrów wżwyż.

Dla wyznaczania wysokości ozonu Fabry i Buisson podali metodę, opierającą się na fakcie, że wskutek krzywizny ziemi i otaczającej ją atmosfery, warstwy górne przebiegane są przez promienie po drodze mniej pochylej niż warstwy dolne, w miarę gdy słońce zbliża się do horyzontu. Wynika stąd, że krzywa spadku natężenia promieniowania o pewnej długości fali wypadnie różnie, zależnie od wysokości na której znajduje się warstwa absorbująca; zbadanie eksperymentalne tych krzywych spadku pozwala wyznaczyć odnośną wysokość warstwy ozonu.

Pomiary, przeprowadzone w tym kierunku przez Lambert, Déjardin i Chalonge'a na Montblanc, a także przez Cabannes i Dufay oraz ostatnio przez Götza, prowadzą do wartości około 40 kilometrów.

Nie znaczy to, aby cienka warstwa ozonu (odpowiadająca grubości 3 *mm* w warunkach normalnych) była dokładnie umiejscowiona na jednej i tej samej zawsze wysokości, ale że mamy tu do czynienia z pewnymi wahaniami koło wysokości przeciętnej. Według pomiarów Dr. Götza w Arosa (w Szwajcarii) wysokość warstwy ozonu może w pewnych dniach zniżać się aż do 20 *km*.

Pomiary ozonu atmosferycznego, tak ciekawe i ważne, prowadzone są dotąd zaledwie w kilkunastu miejscowościach na kuli ziemskiej, które poza Francją koncentrowane są głównie w Oxfordzie oraz Waszyngtonie. Dla ich rozpowszechnienia byłoby rzeczą nader ważną i pożyteczną uprościć metodę pomiarów drogą zamiany żmudnych nader wyznaczeń stopnia

zaczerniania płyt fotograficznych zapomocą mikrofotometru przez inną metodę szybszą i łatwiejszą.

W tym kierunku duże nadzieje rokują pomiary, wykonywane obecnie (w r. 1929) w Laboratorjum Fizycznym prof. Calannes w Montpellier przez p. Andrzeja Ike-Duninowskiego, doktoranta tamtejszego Uniwersytetu, który już od 1924 r. zaznajamiał się z pracami aktynometrycznymi, pomagając autorowi niniejszego w obserwacjach pyrhelometrycznych i spektrograficznych w oazach saharyjskich ¹⁾ Touggourt i Ouargla.

Operując ze spektrografem, posiadającym termoelement próżniowy z koncentracją promieni na widmo zapomocą systemu szkieleł, otrzymał już p. Duninowski szereg spektrogramów w Montpellier z dostatecznymi szczegółami w części widzialnej widma w obrębie pasm Chappuis. W ten sposób bez użycia płyt fotograficznych i bez potrzeby mozolnych wyznaczeń mikrofotometrem daje się prowadzić pomiary ozonu w atmosferze ziemskiej. Uzyskanie prostszej aparatury niewątpliwie przyczyni się do większego rozpowszechnienia tych ważnych pomiarów przez fizyków i meteorologów, a byłoby ze wszech miar do życzenia aby i w Polsce zostały one wprowadzone.

Wyniki obserwacji nad ozonem przedstawiają ważny klucz do rozwiązania wielu doniosłych zagadnień z dziedziny aerologii oraz synoptyki. Poniżej przedstawiamy w krótkości kilka donioslejszych rezultatów, już zdobytych w tym kierunku.

Zastosowania pomiarów ozonu do meteorologii.

Jak już powyżej było wyłuszczone, ilość przeciętna ozonu odpowiada warstwie czystego gazu koło 3 mm grubości w warunkach normalnych ciśnienia i temperatury. Dla wyższych szerokości geograficznych od 50 do 70 stopni wypada w lecie blisko 3.0 mm, gdy na jesieni jest koło 2.5 a na wiosnę mniejwięcej 3.5 mm ozonu.

¹⁾ Por. Lad. Gorczyński. A) Mesures de l'intensité totale et partielle du rayonnement solaire effectuées en 1924 en Afrique Française du Nord et spécialement à l'oasis saharienne de Touggourt (Fasc. 1, Annales du Service Botanique de Tunisie, 1925). B) Quelques résultats de mesures de l'intensité du rayonnement solaire, obtenues au Sahara en 1924—1926 avec les pyrhéliomètres et les solarimètres (Revue „La Météorologie“; Paris, 1929).

Te wartości ulegają stopniowo zmniejszeniu gdy przesuwamy się w kierunku równika; n. p. dla szerokości geograficznej 40° wypada na lato 2·5, na jesień 2·2 a na wiosnę 2·7 *mm*. Węgił pomiarów w okolicach zwrotnikowych Ameryki Południowej (Montezuma w Chile) przebieg roczny wykazuje wahania już tylko nieznaczne koło przeciętnej rocznej $2\frac{1}{4}$ *mm*. Wszystkie wartości powyższe nie są jeszcze ustalone i mają dotąd raczej orientacyjny charakter.

Poza przebiegiem rocznym występują dość wyraźnie zmiany nieokresowe w zależności od warunków atmosferycznych w wyższych warstwach powietrznych. Dla wysokości od 10 do 15 *km* znaleziono dotąd, że odchylenia w poszczególnych wartościach miesięcznych ozonu, w porównaniu z odpowiednimi przeciętnymi, wykazują pewien związek z ciśnieniem na powierzchni, z temperaturą średnią troposfery oraz z gęstością powietrza na wysokości 15 *km*. Ustalono również, że równikowe prądy powietrzne wykazują mniej, a biegunowe więcej zawartości ozonu.

Wysokość przeciętna warstwy ozonu w szerokościach umiarkowanych wynosi około 45 do 50 *km*. Wynika to z danych otrzymanych we Francji (Cabannes, Chalonge i inni) oraz w Kanadzie. Dr. Götz w Arosa (Szwajcaria) znajduje to samo, wskazując przytem, że niema tu wyraźniejszych zmian w okresie rocznym lub dobowym.

Stosunkowo wysoka temperatura, występująca na wysokości 50 *km*, daje się wyjaśnić obecnością warstwy ozonu, który pochłania koło 6 lub 7 procentów padającego tam promieniowania słonecznego, gdy ozon sam przez się wydaje z siebie tylko niewiele energii. Tę kwestję opracowuje E. Gowan w Oxfordzie.

Warstwa ozonu ulega raczej osłabieniu pod wpływem promieni słonecznych, które w ten sposób nie przyczyniają się do utrzymywania warstwy ozonu. Widać to stąd, że w okolicach międzyzwrotnikowych ozonu jest wogóle mało i że bliżej bieguna maksimum występuje na wiosnę po przebyciu długiej nocy polarnej. Od maja zaś, po minięciu okresu z najwyższem natężeniem promieniowania słonecznego, ilość ozonu szybko spada do minimum na jesieni po ukończeniu długiego okresu letniego.

Istnieje hipoteza, że ozon atmosferyczny powstaje pod wpływem przyczyn analogicznych do tych, które wywołują pojawianie się zórz podbiegunowych, chociaż te ostatnie występują tylko rzadko na wysokościach poniżej 95 *km*. Z drugiej strony przypuszcza się tu możliwość pewnego rodzaju równowagi między ozonotwórczym wpływem promieni ultrafioletowych (koło 1.800 Å) na krańcach atmosfery ziemskiej i ozonobójczym działaniem tejże kategorii promieni (lecz od 2.500 Å wzwyż) w warstwach atmosferycznych już niżej położonych. Rozważania te są w stadium początkowym, a znacznie już dalej posunięte jest ustalanie wpływu ozonu na zmiany w układach cyklonicznych i antycyklonicznych. W ten sposób badania spektroskopowe ozonu zyskują specjalną ważność dla meteorologii.

JAN MONIAK.

O wpływie prądu Golfowego i lodów na klimat Europy.

Przyczyny wywołujące prądy morskie.

Zanim przystąpimy do właściwego tematu, konieczną jest rzeczą przypomnienie sobie ogólnej cyrkulacji oceanicznej, przynajmniej na północnym Atlantyku, którym przedewszystkiem będziemy się interesowali.

Na oceanie Atlantyckim płyną prądy równikowe między $\varphi = 20^{\circ} N$ a $10^{\circ} S$, zwane prądem równikowym północnym i południowym (na innych oceanach widzimy analogiczne); ten ostatni (jak to na rys. 28 uwidoczniło), zdąża od zatoki Gwinejskiej na *W*, za wyjątkiem ciepłego przeciwprądu Gwinejskiego płynącego na wschód; zrazu jest on zimny, tworząc ciąg dalszy prądu Bengwelskiego, jednak płynąc od $\lambda = 15^{\circ} W$ wzdłuż równika, staje się ciepłym. Doszedłszy do wschodnich wybrzeży Brazylii, około przylądka Rocha rozczepia się na gałąź północną i południową, która płynie wzdłuż wschodnich wybrzeży Ameryki Pd. pod nazwą prądu Brazylijskiego (ciepłego). Odnoga północna skręca ku *NW* wzdłuż północno-wschodnich wybrzeży Ameryki Pd., wkracza przez morze Karaibskie do zatoki Meksykańskiej jako prąd Zatokowy i okrąża ją w kierunku ruchu wskazówek zegara, następnie wydostaje się między wyspą Kubą a Florydą przez cieśninę Florydzką znowu na Atlantyk. Niedaleko wschodnich wybrzeży Florydy około $\varphi = 28^{\circ}$ zostaje wzmocniony przez wspomniane już północne ramię prądu równikowego i zdąża

teraz jako prąd Golfowy wzdłuż wschodnich wybrzeży Ameryki Pn. aż do przylądka Hatteras ($\varphi=35^{\circ}$); stąd skręca bardziej na *E*, oddala się od wybrzeży amerykańskich, robiąc miejsce najbardziej południowej odnodze zimnego prądu Labradorского. Około szerokości $45^{\circ} N$ rozdziela się prąd Golfowy na dwie części: jedna zakręca niedaleko wybrzeży zachodnich półwyspu Pirenejskiego ku *S*, a ochłodzwszy się w wyższych szerokościach, jako zimny prąd Kanaryjski opływa zachodnie wybrzeża Afryki północnej; około $\varphi=15^{\circ} N$ zakręca ku *W*, aby jako wspomniana północna część prądu równikowego złączyć się na *E* od Florydy z prądem Golfowym, co już wyżej zaznaczono.

Druga część od $\varphi=45^{\circ}$ kieruje się ku *NE*, przepływa między W. Brytanią a Islandją, którą okrążywszy dookoła płynie wzdłuż wybrzeży Norwegji, docierając aż do $\varphi=75^{\circ} N$, a więc prawie do Szpicberga (rys. 31).

Zaznaczyć przytem należy, że tylko po $\varphi=45^{\circ} N$ ma prąd Golfowy znaczną wartość kaloryczną i do tej granicy nosi nazwę na mapach oceanograficznych „Gulf Stream“, poza nią ku północy oznacza się go mianem „North Atlantic Drift“, a więc tylko „strugi Północno-Atlantyckiej“.

Pomimo że zagadnieniu przyczyn, wywołujących prądy morskie, poświęcono już całe tomy, pozostaje ono ciągle nierozwiązane. Przyczyną takiego stanu rzeczy zdaje się być brak odpowiednich obserwacji, odnoszących się do samego prądu i wahań w nim zachodzących w związku z temperaturą, prędkością i zmianami w kierunku ruchu.

Zapatrywanie na przyczynę, wywołującą całą cyrkulację oceaniczną, oparte na dawnej, bo już przed 50-ciu laty, wypracowanej teorii niemieckiego fizyka Zöppritza, wskazującej wiatr za przyczynę prądów, nie może wytłumaczyć nam całkowicie tego zjawiska. Efekt bowiem działania wiatru, wpływa co najwyżej na kierunek poszczególnych prądów, ale nigdy na całą cyrkulację oceaniczną; uderzającą bowiem jest rzeczą, że niektóre prądy stoją w rażącej sprzeczności z kierunkami wiatrów: n. p. względem pasatów — pewne prądy Oceanu Spokojnego (między Australją a Pd. Ameryką) i Atlantyku ¹⁾.

¹⁾ Prąd Golfowy na *E* od wschodnich wybrzeży Ameryki Pn. ma kierunek *SW*, zaś pasat jest *NE*; podobnie prąd Brazylijski na pld. półkuli ma kierunek *NE* w przeciwieństwie do *SE* pasatu.

Pomijając inne przyczyny, którym zwykle przypisuje się powstanie prądów morskich, jak rotacja ziemi, różnice zachodzące w temperaturze wody i jej zasoleniu, rozważymy tu tylko teorię Petterssona, a to ze względu na jej bardzo ciekawy fizyczny punkt widzenia. Teoria ta, odnosząca się do ogólnej cyrkulacji oceanicznej, opiera się na zjawisku przemiany energii cieplnej na kinetyczną, odbywającej się w tzw. „ośrodkach działania“ arktycznego i antarktycznego.

Energja ciepła słońca, dostarczona wodzie w niższych szerokościach geograficznych (jak n. p. w zatoce Meksykańskiej, morzu Sargasso i t. d.) jest transportowana prądami ciepłymi Golfowym, Kuro Siwo, Brazylijskim etc. do wspomnianych ośrodków działania; tam ma miejsce przemiana energii potencjalnej, nagromadzonej w systemie lodów i słonej wody, na pracę t. j. ruch systemu prądów, powstający przez tajanie lodów. Do stopienia 1 *kg* lodu potrzeba zużyć 50 *kg* wody o temperaturze 1·4° C, która ochłodziwszy się opada w dół, przyczem wykonywa pracę 100 *kgm*, dostarczając przez to energii danemu prądowi. Zważywszy, że jedna góra lodowa waży nieraz kilka biljonów *kg*, możemy sobie łatwo wyobrazić, jak wielkie jest to źródło energii.

Wspomnianemi centrami są więc miejsca silnego tajania lodów, n. p. na morzu Norweskiem albo w sąsiedztwie progu Nowofundlandzkiego, gdzie zimny prąd, unoszący lody z basenu polarnego i zatoki Baffina, spotyka ciepłą wodę złączonych prądów Florydzkiego i Antylskiego. Dlatego twierdzi Pettersson, że główne centra oddawania ciepła, pobranego przez wodę morską w zwrotnikowych szerokościach, leżą właśnie w Arktyku i w Antarktyku. Takim ważnem centrum absorpcji ciepła na Atlantyku jest morze Sargasso, z którego wysyłane są dwa prądy ciepłe na obie półkule: na północną powierzchniowy Golfowy, zaś na południową wielki dolny prąd ciepłej wody, płynący w głębokości 1.200 do 3.000 *m* do Antarktyku.

Z powyższego wynika, że najważniejszą rolę w cyrkulacji oceanicznej przypisuje Pettersson przedewszystkiem lodom.

Następstwa zakłóceń prądów.

W latach 1892 do 1897 była anormalnie wielka ilość lodów w południowych regionach oceanów, tak dalece, że

z powodu gór lodowych komunikacja okrętowa musiała odbywać się bardziej północnym traktem¹⁾. Zjawisko to według Sir John Eliot'a bynajmniej nie pozostało bez dalszych konsekwencji. Lata 1893—4 były w Indjach obfite w deszcze monsunowe; jednak w następnych monsun zupełnie zawiódł, a już lata 1899 i 1900 były głodowe, wskutek czego zginęło około 6,500.000 ludzi. W Australji były suchemi lata 1896 do 1902, a przez to katastrofalnymi dla hodowli; w tym czasie bowiem padło 50,000.000 owiec wartości 12,000.000 £. Według Petterssona transport wody przez prąd Golfowy był szczególnie intensywny w latach 1902—3; wywołało to dalekie rozprzestrzenienie się niskiego ciśnienia ku wschodowi, a co zatem idzie panowanie cyklonalnej pogody w Europie. W czasie tych okresów intensywności ciepłego prądu panowały odmienne warunki meteorologiczne, hydrograficzne i biologiczne. I tak np. w wyższych szerokościach Atlantyku można było obserwować wielkie ilości fauny morskiej, właściwej szerokościom niższym. Wywołane przez nadmiar ciepłej wody pogłębienie niżu barometrycznego nad pn. Atlantykiem powodowało silny ruch cyklonalnych wiatrów, wskutek czego powierzchniowa woda Atlantyku została transportowana z południa ku północy i północnemu-wschodowi.

Pettersson przyjmuje istnienie trzech najważniejszych ośrodków działalności atmosfery i hydrosfery:

1) najgłówniejszym czynnikiem jest słońce, z przypuszczalnymi okresami wahań w wysyłaniu energii cieplnej;

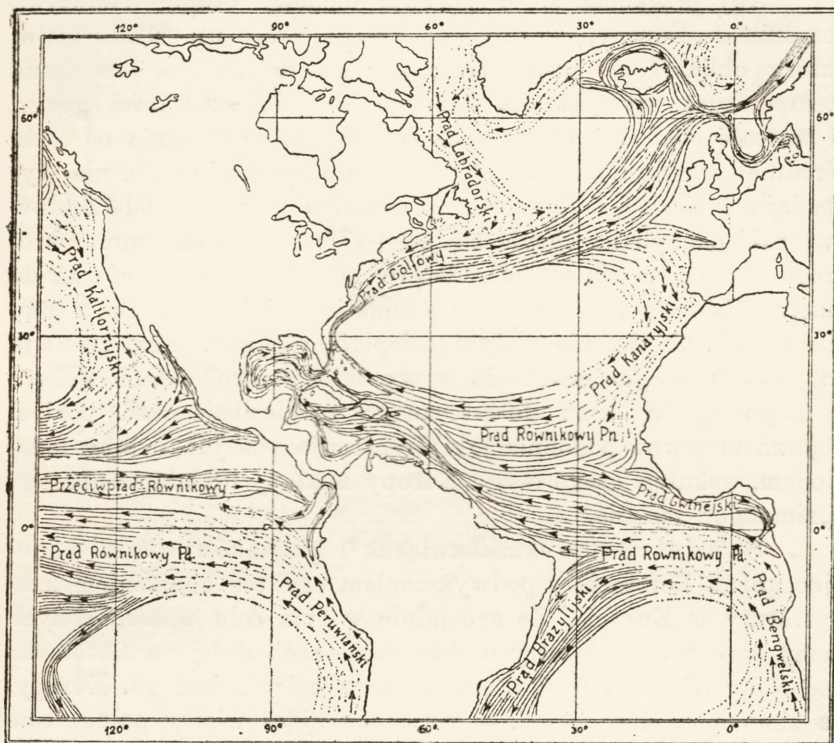
2) okolice polarne — proces tajania lodów, który powoduje mechaniczne zaburzenia w stanie hydrosfery przez wytwarzanie zimnych prądów głębinowych; obszary międzyzwrotnikowe, które wywołują zmiany natury termicznej;

3) cyrkulacja w atmosferze i hydrosferze.

Zaobserwowano (R. C. Murphy), że zaburzenia w cyrkulacji prądów pociągają za sobą anomalje w zjawiskach me-

¹⁾ Ilości gór lodowych, płynących rokrocznie, np. z prądem Labrador-skim, ulegają też pod względem ilościowym bardzo silnym wahaniom. I tak gdy np. w r. 1912 ilość ich oceniano w tym regionie aż na 1.200 sztuk, to w r. 1924 zaledwie na kilkanaście. Również zasięg ich jest tam rozmaity: czasem dochodzą do $\varphi=40^{\circ}N$ a wyjątkowo nawet do $\varphi=80^{\circ}20'N$. (U. S. Hydrogr. Office. Hydr. Bull. Nr. 1.944 of Dec. 8, 1926).

teorologicznych. Np. w r. 1925 prąd Humboldta (Peruwjański¹⁾ silnie skierował się ku zachodowi, wskutek czego odnoga ciepłego prądu równikowego mogła dalej dotrzeć na południe,



Rys. 28.

Prądy na północnym Atlantyku i północno-wschodnim Pacyfiku. (Linje przerywane oznaczają prądy zimne, pełne — ciepłe).

wywołując obfite opady w Peru, Chile i Equadorze (rys. 28). Tego rodzaju zjawisko ma występować w okresie około 34-letnim (a więc „Brücknerowskim“). Podobnemu zloczeniu uległ prąd

¹⁾ Zimny południowy prąd, pochodzi z obszarów mórz antarktycznych, płynie wzdłuż zachodnich wybrzeży Ameryki Płd. ku północy tj. równikowi (rys. 28).

Bengwelski¹⁾, a z tego powodu zasięg prądu Gwinejskiego stał się bardziej południowym, co spowodowało też silne deszcze w kraju Nyassa i Rodezji. I tak np. w Zomba zmierzono w marcu 1925 r. 367 mm, podczas gdy średni opad roczny wynosi 224 mm.

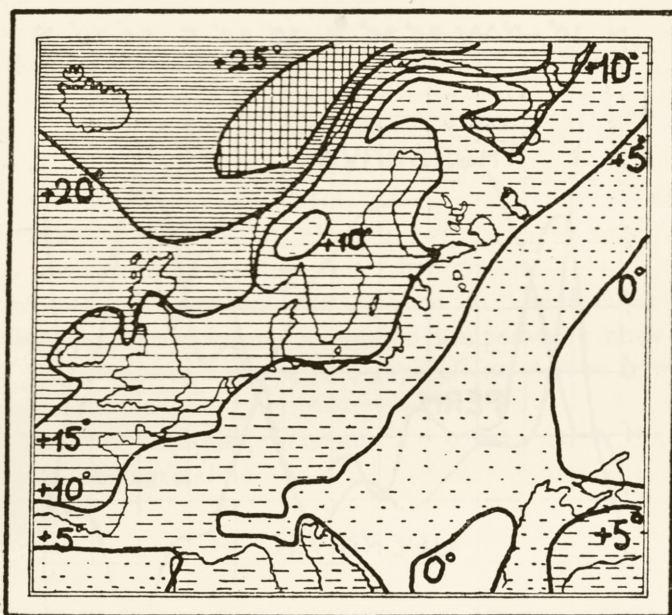
Aby przekonać się o wpływie ciepłego prądu Atlantyku na klimat Europy, weźmy pod uwagę pracę np. Ekholm'a, który obliczył na podstawie map izoterm świata przeciętną temperaturę stycznia dla każdego stopnia szerokości geogr. i wartość odchyień rzeczywistych temperatur stycznia od tejże średniej (termo-izanomale). Największe anomalje dodatnie wypadają w Norwegji (rys. 29). W obszarze na zachód od Lofotów wartość odchylenia ocenia się na +27°; jest to centrum, z którego rozchodzą się współśrodkowo odchylenia dodatnie aż do morza Czarnego, gdzie mamy anomalję 0 (jak to wynika z map izanomal). Gdyby nie wpływ ocieplający prądu, Skandynawja z powodu swego położenia w wysokich szerokościach geogr., silnego opadu oraz dostatecznego wzniesienia nad poziom morza napewno podobnie jak Grenlandja pokryta byłaby lądolodem, wskutek czego reszta Europy miałaby też niepożądanego „zimnego“ sąsiada.

Sandström wykazał związek²⁾ kierunków wiatru, panującego na Lofotach, z podwyższeniem czy też obniżeniem temperatury w Europie. Ze specjalnie w tym celu sporządzonych map wynika, że wiatry o składowej zachodniej na Lofotach: od N 50° W do S 70° W idą w parze z ociepleniem pn. Europy, a zimnem w Europie pd. — tamże panujące wiatry południowe od S 30° E do S 40° W „wywołują“ naogół zimno w Europie, a ciepło na pn. Atlantyku, wiatry północno-wschodnio-północne od N 10° E do N 40° E i wschodnio-południowo-wschodnie od S 40° E do S 80° E „przynoszą“ zimno do Europy pn., a ciepło do

1) Prąd Bengwelski, pochodząc z południowych mórz polarnych, jest zimny; opływa zach. wybrzeża Afryki pd., a na wysokości ujścia rz. Kongo skręca ku W i nosi już tu nazwę prądu Południowo-Równikowego. We wielkiej zatoce Gwinejskiej sąsiaduje prąd ten od pn. z ciepłym prądem Gwinejskim, który płynie wprost w przeciwnym kierunku do ostatnio wymienionego prądu, bo ku E wzdłuż wybrzeży Portugalskiej Gwinei, Sierra Leone, Liberji, Nigerji a nawet Kamerunu.

2) Sandström mówi o wpływie kierunków wiatru na Lofotach na temperatury w Europie, raczej jednak należałoby tu użyć wyrażenia „związek“.

Europy pd., wreszcie wiatry wschodnio-północno-wschodnie od $N 50^{\circ} E$ do $N 80^{\circ} E$ „transportują“ ciepło do Europy, a zimno na obszar pn. Atlantyku. Bardzo interesujący jest wykres (rys. 30), dotyczący związku kierunków wspomnianych wiatrów z temperaturami zimy w zach. Grenlandji (Upernivik), północnego Atlantyku (Thorshavn Färöer) i w Rosji (Perm). Ta zależność zgadza się z wyżej przytoczonymi ogólnymi wynikami. Można

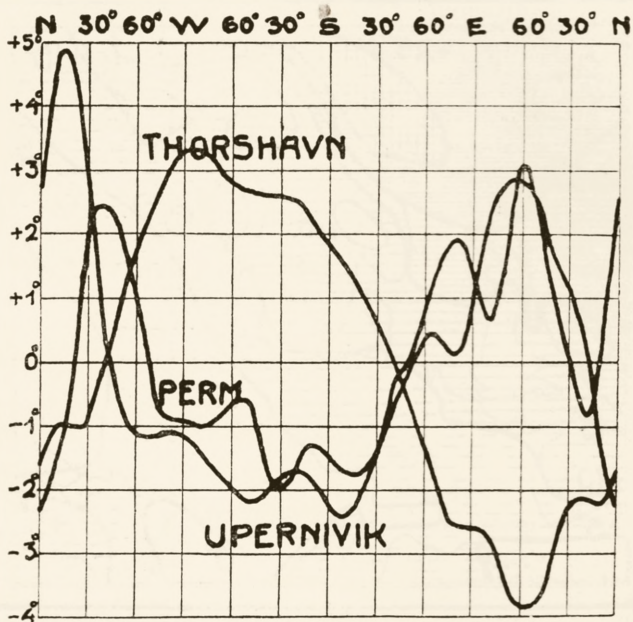


Rys. 29.

Styczeniowe izanomale temperatury na obszarze Europy według N. Ekholm'a.

zauważyć też zgodność między przebiegiem temperatury w zach. Grenlandji i centralnej Rosji, podczas gdy pn. Atlantyk ma przebieg temperatury raczej odwrotny. Przyczyna tego ma leżeć w tem, że cały obszar od Grenlandji aż do wnętrza Rosji w czasie zimy, do pewnego stopnia zachowuje się swoiście w znaczeniu meteorologicznym, co Sandström uważa za pewnego rodzaju dowód opanowania tego całego obszaru przez wpływ prądu Golfowego.

Niektórzy autorowie przypuszczają, że ciepły prąd wpływa nie tylko na klimat Europy, ale że jego oddziaływanie rozciąga się nawet na Azję. Do nich w pierwszym rzędzie zaliczyć trzeba Szostakowicza, który starał się wyjaśnić przyczyny ostrych i łagodnych zim na Syberji. Aby przedewszystkiem przekonać się o jednolitości w zachowaniu się tego obszaru pod względem temperatury, obliczył dla 13 stacyj, rozmieszczonych w całej Syberji aż po wybrzeża morza Ochockiego, odchylenia



Rys. 30.

Związek kierunków wiatru na Lofotach z temperaturami zimy w Upernivik, Thorshavn i Permie, według Sandströma.

od średniej temperatury zimy (XII, I, II) za okres 22-letni (1895—1917), otrzymując w rezultacie dla 16 lat ogólny wynik pozytywny. Opierając się na tem, mógł już wspomniany obszar traktować jako pewną jednostkę w znaczeniu klimatologicznem.

Badając związki zachodzące między ciśnieniem, a temperaturą podczas zimy, znalazł w 30-letnim okresie przeciwstawianie się odchylen w ciśnieniu, takimiż temperatury, co zresztą

było rzeczą z góry spodziewaną. Zmniejszenie się anomalji ciśnienia o 1.0 mm odpowiadało podwyższeniu temperatury o 0.98°C , zaś wzrostowi ciśnienia o 1.0 mm towarzyszył spadek temperatury zimowej o 1.1°C .

Odnośnie do zachmurzenia stwierdził, że podczas łagodniejszych zim zachmurzenie jest przeciętnie o 13% większe, a podczas ostrych o 9% mniejsze aniżeli normalnie. Rzecz jasna, że częstość cyklonów, pochodzących z nad mórz Barentsa i Norweskiego, zwiększa się podczas łagodnych zim, co ma stać już w ścisłym związku z lodami i ciepłym prądem.

Spostrzeżenia odnoszące się do prądu Golfowego zaczerpnął Szostakowicz głównie z prac Petterssona, który wykazał, że temperatura pewnej odnogi tego prądu, oblewającego wybrzeża Norwegji, odznaczała się pozytywnymi odchyleniami od normalnej w styczniu 1874, 82, 84 i 87, zaś w tymże miesiącu w latach 1875, 77, 79 i 91 negatywnymi. Stan ciepłoty prądu w tym czasie może według niego być uważany za miarodajny dla temperatury powietrza na Syberji od września do marca.

Poniżej przytoczone anomalje temperatury zimy na Syberji, jak widzimy, zgadzają się zupełnie ze stanem termicznym tej części prądu.

Zima w Barnaulle, Tomsku, Jenissejsku i Irkucku:

cieplejsza niż normalnie:	zimniejsza niż normalnie:
1873/4 . . . +3.5	1874/5 . . . -1.4
1881/2 . . . +3.2	1876/7 . . . -2.0
1883/4 . . . +3.2	1878/9 . . . -1.7
1886/7 . . . +2.1	1890/1 . . . -0.7

Podwyższeniu się średniej temperatury wody na morzu Norweskiem powyżej normalnej o 0.5°C odpowiadać ma, według Szostakowicza, podwyższenie przeciętnej temperatury zimy na Syberji o 1.5°C powyżej normalnej, zaś ujemna anomalja wody (-0.5°C) idzie w parze z taką podczas zimy syberyjskiej (-0.9°C). Podobne zestawienie odnośnie do temperatury wody około wysp Färöer i temperatury powietrza podczas zim syberyjskich dało dla jednych jak i drugich odchyłeń równe znaki. W tym wypadku też dodatnią anomalję wody należałoby uważać za zjawisko zupełnie uboczne, a przyczyną bezpośrednią może być ogólna silniejsza cyrkulacja atmosfery w tym obszarze.

Na podstawie śledzenia związków, zachodzących między ilością lodów w okolicy Islandji w lecie a charakterem następanej zimy na Syberji, wykrył Szostakowicz w 65% wypadków, że po wielkiej ilości lodów są łagodne zimy i przeciwnie. Tę, jakby napozór się zdawało, sprzeczność możemy tłumaczyć wzmocnioną cyrkulacją atmosferyczną, której tylko wskaźnikiem jest właśnie znaczne nagromadzenie się lodów w obszarze Islandji, a więc w tym wypadku nie lody, ale wzmoczona cyrkulacja atmosferyczna, powoduje złagodzenie zimy syberyjskiej przez częstsze panowanie tamże wiatrów o składowej zachodniej. Naodwrot się rzecz przedstawia, gdy obserwujemy małą ilość lodów w rejonie Islandji, a więc kiedy cyrkulacja atmosferyczna jest słabsza.

Studjum różnic ciśnienia między Islandją a Danją i przebiegu zimy na Syberji naprowadziły wspomnianego autora na ciekawe wnioski. Opierając się na tem, że pozytywnym odchyleniom różnic ciśnienia odpowiada wzmoczona cyrkulacja atmosferyczna, przekonał się, że ze wzrostem gradientu ciśnienia między Islandją a Danją o 5 mm ponad średnią w miesiącach od IX do I wzrasta temperatura zimy na Syberji o 1.0° C (ponad średnią), a spada o tę wartość z osłabieniem gradientu o 3.6 mm. Do podobnych wyników doszedł, śledząc zachowanie się ciśnienia około Islandji i Azorów.

Stan zlodzenia mórz ma też wywierać wpływ, chociaż pośredni, na przebieg zimy syberyjskiej.

Istnieje pewien związek pomiędzy południową granicą zasięgu lodów na morzu Barentsa, a rozwinięciem cyrkulacji atmosferycznej nad pn. Atlantykiem. Gdy cyrkulacja jest wzmoczona, masy lodu są pędzone ku *N* i *NE*. W takich latach granica lodów przesuwana się dalej na północ — i naodwrot, przy czem zauważyć można, że przesunięciu granicy lodów o 48' na południe w lecie, odpowiadać ma spadek temperatury o 0.5° C, zaś po cofnięciu się tejże w lecie o 1° na *N*, można obserwować podwyższenie średniej temperatury zimy na Syberji o 0.7° C.

Stwierdził też, że zmniejszeniu się zamrożonej powierzchni morza Barentsa o mniej więcej 280.000 km², odpowiada podwyższenie średniej temperatury zimy na Syberji o 0.5° C, zaś powiększeniu o 321.000 km² — spadek temperatury o 0.4° C.

To oddziaływanie zmian, jakie zachodzą w wielkości powierzchni zamrożonej na przebieg zimy jest naturalnie pośrednim, skutek przyczyniania się do wzmożenia czy też osłabienia cyrkulacji atmosferycznej. Zjawisko to można następująco tłumaczyć: morze Barentsa w tym wypadku (jak zresztą prawie wszystkie wielkie i względnie ciepłe powierzchniowe wody) należy uważać jako obszar wytwarzania się cyklonów wędrujących, które w zimie przenoszą się do Azji, wywołując tam zwykłą temperaturę. Jasną teraz staje się rzeczą, że zmniejszenie powierzchni wody wskutek jej zamarzania stwarza o wiele trudniejsze warunki do wytwarzania się cyklonów.

Jednak w zupełnie odmienny sposób wyjaśnia Szostakowicz zjawisko, że większa ilość lodu ruchomego około Nowej Fundlandji zgadza się z łagodniejszym przebiegiem zimy na Syberji i na odwrót. Wówczas bowiem około N. Fundlandji spada temperatura powietrza i ma wytwarzać tam stan antycyklonalny, powodujący tem żywszy transport powietrza w stronę minimum islandzkiego, a nawet aż w kontynentalne obszary Azji, dokąd mają docierać te wiatry wskutek zbaczania według praw siły Coriolis'a. (Jakkolwiek znaną jest rzeczą, że wiatry o składowej zachodniej dochodzą do tych obszarów, to jednakowoż trudno jest przyjąć powyżej podane zjawisko za ich pośrednią przyczynę).

Reasumując przytoczone rezultaty, dochodzi się do wniosku, że pozytywne (względnie negatywne) anomalje zimy syberyjskiej mają występować wspólnie:

1) ze wzrostem (wzgl. deficytem) mas lodu w obszarze Islandji podczas lata poprzedniego;

2) z pozytywnymi (wzgl. negatywnymi) anomaljami gradientu ciśnienia między Islandją a Danją;

3) z cofaniem się granicy lodu polarnego na morzu Barentsa ku pn. (wzgl. awansem ku pd.) — oraz ze zmniejszaniem się (wzgl. zwiększaniem) powierzchni, pokrytej lodem na tymże morzu;

4) z pozytywnymi (wzgl. negatywnymi) odchyleniami temperatury wody powierzchniowej na morzu Norweskiem i przy wyspach Färöer;

5) ze wzrostem (wzgl. zmniejszeniem się) ilości lodu w okolicy N. Fundlandji.

Powyższe wnioski oparte są na studjum przebiegu 78 zim. Zaznaczyć tu jednak wypada, że wyniki Szostakowicza nie zostały stwierdzone żadną ściślejszą matematyczną metodą np. korelacją.

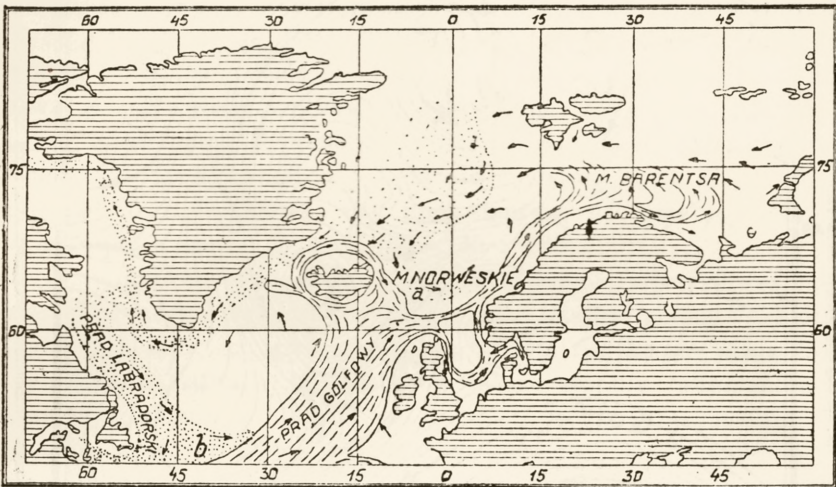
Temu samemu zagadnieniu specjalne studja poświęcił W. Meinardus, ograniczając się tylko do obszaru Europy. Na podstawie własnych prac i Petterssona przekonał się, że po wysokich (niskich) temperaturach wody w ciepłym prądzie Atlantyku w pobliżu wybrzeży Norwegji w czasie od XI—I obserwuje się wysokie (niskie) temperatury w Europie środkowej w II, III i IV.

W razie stosunkowo wysokiego ciśnienia w zimie i wczesną wiosną w regionie Islandji, konstatował Meinardus w 80% wypadków naogół niską temperaturę lata w Europie środkowej i zły urodzaj zboża w Europie zachodniej, jak i na odwrót, jednakowoż zjawiska tego nie stara się tłumaczyć.

Jest rzeczą bardzo możliwą, że ściśle są związane ze sobą niektóre zjawiska, jak względna głębokość minimum barometrycznego, szybkość ciepłego prądu Atlantyku, jego transport ciepłej wody i temperatury powierzchniowe, oraz siła i kierunek ponad nim panujących prądów powietrznych, a to szczególnie podczas zimnej pory roku. Zjawiska te mogą tworzyć spłot przyczyn i skutków zamkniętego łańcucha, tak dalece, że każdy z tych elementów może pozostawać pod wpływem działania innego, przez co i uzależnianie się wzajemne może się odbywać na wielką skalę.

Przyjmijmy więc, że z jakiegoś powodu zostanie przyspieszona chyżość prądu Golfowego i przez to dostarczanie ciepła z niższych szerokości zostaje zwiększone; będziemy więc mieli do czynienia z dodatnimi odchyleniami temperatury wody. Następstwem tych odchyłeń dodatnich może być pogłębienie barometrycznego minimum islandzkiego, a prawdopodobnie też pogłębienie całej bruzdy ciśnienia, która ciągnie się ponad morzem Północnem. Temu korytu niskiego ciśnienia odpowiadać będzie większa szybkość wiatru, wiejącego ponad ciepłym prądem, a że ten zgadza się na ogół w tym rejonie z kierunkiem ruchu wody, więc będzie go przyspieszał, powodując w dalszym ciągu większy dopływ ciepła w okolice północne. Tak więc raz zachwiany stan równowagi stałej przez dłuższy okres czasu

może się utrzymywać, a możliwą jest rzeczą — co oczywiście cyfrowo bardzo trudno jest wykazać, — że dodatnie odchylenia temperatury powietrza należałoby przypisywać ciepłemu prądowi. Proces wyżej opisany musi się jednak zakończyć wówczas, gdy przeciwstawi się mu jakaś zewnątrz działająca siła; mogą nią być zimne prądy wody polarnej, gdy zostaną przyspieszone, co zdaje się być zupełnie możliwe, gdyż przede wszystkim swą energję czerpią za pośrednictwem prądu ciepłego. Oczywiście więc konsekwencją przyspieszenia prądu ciepłego będzie, naturalnie po upływie jakiegoś czasu, zwiększenie się



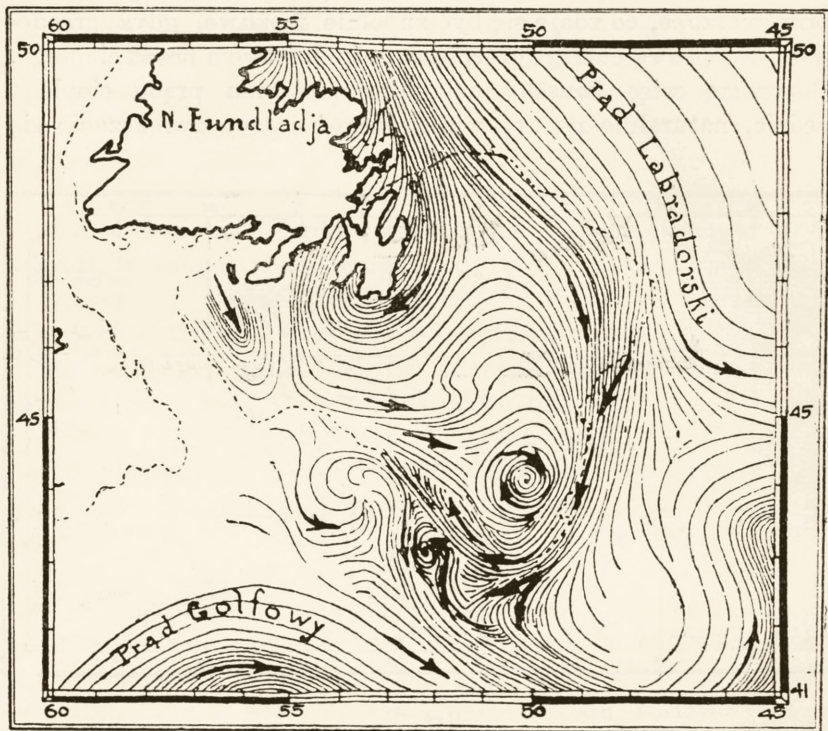
Rys. 31.

Prądy morskie w północnej części Atlantyku. Kreski oznaczają prądy ciepłe, kropki — zimne.

czyżości też prądu zimnego. Dla wyjaśnienia tego zjawiska przypomnijmy sobie w krótkości cyrkulację oceaniczną tego obszaru (rys. 31).

Na wschód od Nowej Fundlandji płynie zimny prąd Labradorski, a na wschód od Islandji odgałęzienie wschodnio-grenlandzkiego też zimnego prądu, które jednak odgrodzone jest od Islandji wąską strugą prądu ciepłego. Te dwa prądy, gdy zaczynają ze zwiększoną siłą atakować z boku ciepły prąd, wpływają tem wydatniej na jego stosunki termiczne.

Z tego wynika, że można wyróżnić w ciepłym prądzie Atlantyku dwa miejsca, które że się tak wyrazimy, są pewnego rodzaju jego „słabiznami“. Wynikają one z przyczyny mieszania się w nich ciepłej wody z zimną (rys. 31 *a* i *b*). Tamże podczas wzmocnienia prądów zimnych może być ciepły prąd tak silnie



Rys. 32.

Prądy morskie dookoła wielkiego progu Nowej Fundlandji, według Smith'a.

przez nie zaatakowany, że temperatura jego bardzo się obniży, tembardziej że tu następuje strata jej na tajanie lodów, przynoszonych przez prądy zimne. Rys. 32 przedstawia ogólny schemat cyrkulacji wody dookoła progu nowofundlandzkiego¹⁾,

¹⁾ Podwodny próg około N. Fundlandji ma być wytworzony przez zwały okruchów skalnych przynoszonych przez góry lodowe, przy tajaniu których opadają na dno. Jest to zupełnie możliwe, ponieważ góry lodowe nieco dłużej tu przebywają, a to wskutek skomplikowanego ruchu

a więc regionu, gdzie gromadzi się znaczna ilość gór lodowych, przynoszonych przez prąd Labradorski; tu też następuje intensywne ich tajanie przy spotkaniu się z prądem Golfowym. Południowa część tego obszaru odpowiadać więc będzie mniej więcej miejscu, które jest oznaczone literą „b“ na rys. 31.

Okolice, położone na południowy-wschód od Islandji (rys. 31 a), są szczególnie narażone na atak ze strony prądu zimnego. W tem bowiem miejscu struga ciepłego prądu atlantyckiego ulega silnemu przewężeniu; tu też następuje bezpośrednie spotkanie się tych dwóch prądów o różnych temperaturach, a w mieszaninie wody ciepłej i zimnej może przeważać ta ostatnia tak dalece, że prąd Golfowy, przybywszy w okolice Norwegji, będzie miał charakter względnie chłodnego prądu. To może pociągnąć za sobą daleko ważniejsze następstwa, a mianowicie wpłynąć na stan termiczny morza Norweskiego i Barentsa, a przez to zmienić stosunki barometryczne atmosfery tych obszarów. Ostatnie zjawisko, jak o tem już poprzednio była mowa, ma mieć wpływ na przebieg zimy w Europie a nawet Syberji (str. 135 i 136).

Nadmierne wzmocnienie prądów zimnych, a przedewszystkiem Labradorskiego, może właśnie mieć miejsce podczas takich łagodnych zim; bo gdy ciepły prąd i wiatry, które wieją na wybrzeżach Labradoru zostaną w takim stopniu wzmocnione przez pogłębienie minimum islandzkiego, w jakim wzmocnione zostały wiatry *SW* na wybrzeżach Europy, to też przez nie może zostać przyspieszony prąd Labradorski. Z tego wynika, że pewna przyczyna może wywołać dwa wręcz odmienne skutki: ciepły prąd przy nadmiernem przyspieszeniu więcej niż zwykle ogrzewa masy powietrza, „stwarzając“ (względnie pogłębiając) niżkę barometryczną; ku tej niżce wiejące wiatry wzmacniają znowu zimne prądy, które obniżają temperaturę prądu ciepłego, co równa się osłabieniu jego oddziaływania. Można więc sądzić, że prąd Golfowy sam reguluje swą intensywność. Powyżej opisany proces nie jest bynajmniej tak dziwny, gdyż

prądów jaki wytwarza się w tym obszarze (rys. 31). Ta ustawiczna akumulacja materiału skalnego może z czasem zmienić stosunki batymetryczne, co szczególnie w tym regionie przy coraz silniejszym powiększaniu się progu w kierunku ku południowi, może w dalszej konsekwencji wywrzeć pewien wpływ nawet na kierunek prądów tych okolic.

tego rodzaju przebieg wypadków, gdzie pewne zjawisko doszedłszy do kulminacji, kładzie samo przez się kres dalszemu swemu rozwojowi, bywa w przyrodzie niejednokrotnie obserwowane.

W takich więc razach, gdy prąd zimny atakuje ciepły, nie jest wykluczone, że ten drugi wywołuje potem odchylenia negatywne temperatury, które jednakowoż występują dopiero po upływie pół roku na północno-zachodnich morzach europejskich; następstwem tego może być wywołanie splotu oddziaływania przyczyn i skutków w odwrotnym sensie, jak to wyżej opisano.

Przytoczona tu hipoteza Meinardusa z powodu swej misterności robi wrażenie nieco sztucznej; dużo w niej teoretycznych i niczem nie popartych uogólnień zjawisk prawie nie spotykanych w rzeczywistości (np. znaczne przyspieszanie całego prądu ze wzrastaniem chyżości wiatru nie może mieć miejsca z powodu krótkoczasowego charakteru jego oddziaływania, co najwyżej może wpływać na ruch wody powierzchniowej, co oczywiście niema większego znaczenia; zmiany w ciśnieniu z powodu ogrzania mas powietrza przez wodę; podany rozkład wiatrów etc.). Z tych więc względów takie tłumaczenie całego zjawiska staje się trudnem do przyjęcia.

Stanem pogody w Europie w związku z lodem ruchomym zalegającym obszary mórz polarnych zajmował się Wieser.

Według niego lata o intensywniejszej cyrkulacji powietrza są równocześnie latami nieznacznego stanu lodów w obszarze Grenlandji¹⁾, w przeciwieństwie do lat o słabej cyrkulacji. Autor podaje mapę rozkładu średniego ciśnienia podczas wiosny, lata i jesieni w latach obfitych i ubogich w lód w tym obszarze. Podczas wiosny islandzkie minimum jest głębsze w latach ubogich w lód, aniżeli gdy masy lodów zalegają wielkie powierz-

¹⁾ Poprzednio na str. 136 wyraziliśmy zapatrywanie, że zjawisko silniejszej cyrkulacji atmosferycznej na pn. Atlantyku łączyć się ma z większym aniżeli normalnie stanem lodu ruchomego w obszarze Islandji. W tych dwu napozór niezgodnych zapatrywaniach niema sprzeczności. Bowiem w poprzedniej pracy stwierdziłem (Kom. Inst. Geof. i Met. U J. K. Nr. 34. „Kosmos“ t. 52 r. 1927 str. 958), że odnośnie do stanu lodów w okolicach arktycznych można zauważyć pewnego rodzaju przeciwstawianie się, a mianowicie: wielkiej ilości lodów około Grenlandji odpowiada mały ich stan w obszarze Islandji i Szpicbergu.

chnie oceanu tychże okolic, a różnica w ciśnieniu między temi dwoma stanami wynosi około 5 *mb.* Na ogół biorąc, gdy podczas jesieni jest mała ilość lodów, wówczas ma panować we Francji i w Niemczech pogoda antycyklonalna, czego nie można powiedzieć o latach w lód obfitujących. Podczas małego stanu lodów minimum islandzkie będąc głębsze powoduje, że gradient różnic ciśnienia między Islandją a Europą staje się znacznym. W czasie lat w lód obfitujących drogi pochodzą zniżek barometrycznych letnich i zimowych są o tendencji bardziej w kierunku pd., wywołując tamże swoisty charakter opadów.

Ponieważ opady wiosenne mają w centralnej i pd.-wschodniej Rosji bardzo wielkie znaczenie dla wyniku plonów, kwestja przepowiadania ich nabiera szczególnego znaczenia. Nadmienić tu należy, że wielkie posuchy, panujące tamże w latach 1920 i 1921, które spowodowały głód, wystąpiły równocześnie z nadzwyczaj obfitym lodem podczas tych lat na morzu Barentsa.

Na podstawie rozkładu ciśnienia w pn.-wsch. Europie i nad Atlantykiem w poprzedzających miesiącach i ilości lodów na morzu Barentsa podczas roku poprzedniego przepowiedział Wiesie z 80% dokładnością stan lodów na tem morzu dla lat od 1923 do 1927. Te prognozy mają znaczenie nie tylko dla żeglugi, ale mogą też być pewnym wskaźnikiem dla przebiegu pogody w Europie.

Daleko jednak mniej jest autorów, którzy nie przypisują prądowi Golfowemu większego wpływu na wahania temperatury powietrza w Europie. Do takich należy zaliczyć przede wszystkim B. Helland-Hansena i F. Nansena. Za główną przyczynę wahań temperatury uważają oni zmiany, zachodzące w promieniowaniu słońca i związane z tem zjawiska.

Sądzą, że minimum temperatury, jakie obserwowano w Europie w latach 1903 i 1904, nie mogło być wywołane

Takie samo przeciwstawianie się dotyczy odchyłeń miesięcznych temperatury powietrza w stosunku do średniej dziesięciolecia 1910—1919 danego miesiąca. Prócz tego zauważyć można, że równocześnie z dodatnimi odchyleniami temperatury powietrza w obszarze Grenlandji, występuje mały stan lodów; natomiast na Szpicbergu i w pn. Europie w tym samym czasie ujemnym odchyleniom temperatury powietrza odpowiada duże kwantum lodów.

przez zmiany w prądzie ciepłym, gdyż jak się przekonano i inne obszary Atlantyku były nawiedzone tem zjawiskiem, nawet Ocean Indyjski i pas równikowy, a — co ciekawsze — dotyczyło ono tak powietrza jak i wody.

Jednakowoż argument ten o tyle nie jest zupełnie słuszny, gdyż jak już o tem była mowa (str. 129) prądy dolne mogą rozprzestrzeniać się nawet na bardzo znaczne odległości; natomiast o tyle ma rację, że źródłem ciepła powietrza czy też prądów zawsze jest energia słońca.

Daleko ściślejsze związki zachodzą, według wspomnianych autorów, między samymi temperaturami różnych obszarów morza. Np. przeciętna temperatura m. Barentsa zbliża się do takiejże temperatury wody w okolicy Lofotów, jednak z rocznem opóźnieniem. Posługując się duńskimi mapami, które wykazują obszary wolne od lodów na morzu Barentsa, przekonali się, że również można przepowiedzieć stan zlodzenia tegoż morza na podstawie pomiarów temperatury wody w okolicy Lofotów, czy też fjordu Sogne w południowej Norwegji. Daje się też zauważyć pewna zgodność między przebiegiem krzywej temperatury wody w rejonie wspomnianego fjordu podczas maja i temperatury powietrza w Norwegji w następnej zimie. Na tej podstawie możnaby przewidzieć, czy zima w Norwegji będzie łagodniejsza, czy też bardziej ostra aniżeli normalnie.

Przedewszystkiem zjawiska natury biologicznej w wielkiej mierze zdają się być zależne od temperatury wody; ławice dorszów zbierają się na tarło wcześniej przy niskiej temperaturze w okolicy Lofotów, aniżeli przy wyższej, z czem naturalnie łączy się ściśle ilość ikry. Czy przyczyną tego jest sama temperatura, czy też inne czynniki z tem związane, np. natury chemicznej, dotychczas nie wyjaśniono z powodu wzajemnego komplikowania się tu najróżnorodniejszych wpływów.

Gruba powłoka lodu, gdy przez anormalnie długi czas pokrywa morza polarne, absorbuje większą część promieniowania słonecznego, tak dalece, że tylko w znikomej ilości może ono dostać się do mas wodnych, leżących głębiej. Z tej przyczyny nie może rozwijać się fitoplankton, wskutek czego i rozwój życia ryb natrafia na poważne przeszkody. Ważne substancje niezbędne do życia roślin, od których życie zwierząt jest zależne (przynoszone szczególnie przez rzeki syberyjskie) nie

zostają zużyte, wobec czego morze polarne pełni rolę jakby olbrzymiego rezerwoaru zapasów odżywczej materji. Gdy więc ta woda polarna uwolni się od lodu i wskutek znanych przyczyn w swym wolnym ruchu wreszcie dostanie się na południe, gdy promienie słońca, niczem niewstrzymywane, wtargną w nią głęboko, a ona przez zmieszanie się z wodą Atlantyku znacznie się ociepli, stwarzają dogodne warunki do rozwoju planktonu. Z tego powodu nawet dostaje woda charakterystycznego zabarwienia, które widzi się wszędzie w wyższych szerokościach tam, gdzie stykają się masy zimnej i cieplej wody. Im więcej wody polarnej wchodzi w skład tej mieszaniny, tem niższa jest jej temperatura, ale tem bujniejszy rozkwit planktonu. W taki więc sposób wyjaśnia się wyżej opisane zjawisko pojawiania się większej ilości dorszów etc. przy niższej temperaturze wody. Z tego wynika, że to na pozór skomplikowane zjawisko da się ująć w prostą regułę: dobre warunki pożywienia uzależniają na ogół zjawiska natury biologicznej.

Interesujące jest zestawienie przez Nansena i Hansena krzywych za okres 55-letni, w przebiegu których widzi się ogólną zgodność:

1) odchyłeń konsekwentnych temperatury powietrza od średniej 25-letniej dla Norwegji ;

2) różnic ciśnienia między centrum Islandzkiem a Azorskiem;

3) odwróconej krzywej temperatury wody powierzchniowej między $\varphi=18^{\circ}$ a 19° N i $\lambda=21^{\circ}$ a 22° W;

4) odwróconej krzywej średniej rocznej minus średnia 3-letnia pochodni słonecznych (według obserwatorjum w Rzymie).

Z powyższego trudno nie wyciągnąć wniosku, że zagadnienie wahań temperatury jest o wiele bardziej skomplikowane i nie można go rozważać z punktu widzenia wpływu tylko jednego czynnika, t. j. prądu Golfowego, jakkolwiek jego temperatura powierzchniowa jest zawsze wyższa w średnich dekadowych od powietrza, a różnica w styczniu dochodzi do 5° C (pod $\varphi=40^{\circ}$ N i $\lambda=50^{\circ}$ W).

R. Strachan zbadał, że różnica średnich miesięcznych temperatur morza i powietrza w zimie wynosi 2.5° C; największą różnicę widzimy w części północnej W. Brytanji t. j. w Szkocji. Średnia roczna amplituda temperatury powietrza wynosi 11° C, temperatury wody 6.2° C. Temperatura powietrza

w Anglii i Irlandji jest niższa aniżeli wody w zimie, na wiosnę i w jesieni, — w lecie jest odwrotnie. W miarę jak prąd Golfowy od Florydy przesuwają się ku północy, mamy coraz większe różnice między temperaturą powietrza i wody na korzyść tej ostatniej, ponieważ spadek temperatury powietrza dla jednego stopnia szerokości geogr. zwiększa się prędkiej, w miarę posuwania się na północ. Roczne temperatury skrajne wody występują zwykle równocześnie pod 60° szerokości pn. i w okolicy Florydy; zjawisko to nie powinno wydawać się dziwnem, skoro woda prądu Golfowego potrzebuje jednego roku na odbycie tej drogi. Za pomocą tych spostrzeżeń jednak bynajmniej nie zdołamy wyjaśnić wahań temperatury powietrza, conajwyżej tylko szereg zjawisk natury biologicznej, jak to poprzednio zaznaczono (str. 144).

Zagadnienie wahań temperatury powietrza.

Rozważmy teraz w krótkości zagadnienie wahań temperatury na północnej hemisferze wogóle, niezależnie od wpływu ciepłego prądu.

Wychodząc z założenia, że atmosfera dąży do utrzymywania się w pewnym stanie równowagi, Hildebrandsson przeprowadził studia nad głównymi ośrodkami działalności atmosfery (ciśnienia); te poszukiwania skłoniły go do przypuszczeń o kompensacji między różnymi typami pogody w jednoczesnych okresach czasu.

Łagodny lub ostry przebieg zimy w pn.-zach. Europie uzależniony jest według niego od stopnia rozwoju minimum barometrycznego między Islandją a Norwegją, na stan którego mają wpływać prądy, a przede wszystkim odnoga prądu polarnego przechodząca w pobliżu Islandji i Thorshavn ku morzu Niemieckiemu (rys. 31).

Przyczyny zmian w typach pogody danych okresów na półkuli północnej szuka Hildebrandsson w stanie termicznym morza polarnego. I tak np. znalazł, że temperatura powietrza w Godthaab na Grenlandji ma podczas wiosny ten sam charakter przebiegu co w Grimsey na Islandji w marcu poprzedniego roku. Związki te mogą wynikać z zależności przebiegu temperatury tych obszarów od prądów morskich i ilości lodów. Niektóre jednak relacje między typami pogody, zauważone

przez Hildebrandssona, zdają się być tylko przypadkowymi, jak np. odwrotny charakter przebiegu wykresów temperatury powietrza podczas jesieni w Thorshavn i Barnaule na Syberji, temperatury lata na przyłądki Północnym i w Debreczynie, albo że ostra zima w pn. Europie odpowiadać ma łagodnej w południowej i t. d. Co do tego ostatniego twierdzenia, to możnaby mieć poważne zastrzeżenia, a już zima 1928/29 była jaskrawem zaprzeczeniem. Jak więc widzimy, powyższa hipoteza okazała się bardzo problematyczna, a zastosowanie swe znajduje tylko w niewielkich obszarach przybrzeżnych, gdzie wpływ prądów na temperaturę powietrza nie ulega już wątpliwościom.

Nieco podobnych zapatrywań był F. Exner, który uważał za przyczynę wahań temperatury ogólne stosunki rozkładu ciśnienia. W badaniach swych posługiwał się metodą korelacji i doszedł do wniosku, że wielkość polarnego ciśnienia na pn. hemisferze może służyć za miernik natężenia cyrkulacji atmosferycznej na tejże półkuli: anomalje ujemne ciśnienia na biegunie pn. idą w parze ze wzmocnieniem cyrkulacji atmosferycznej w tym obszarze w kierunku od zach. na wschód. Zjawisko to połączone też jest ze względnie wysokim ciśnieniem na morzu Śródziemnym; w Europie zach. wieje od Azorów ku półn.-wsch. stosunkowo ciepły wiatr z nad Atlantyku, powodując zimą znaczne podwyższenie temperatury nie tylko w Europie, ale nawet wpływać ma na temperatury Syberji, ponieważ wzmocniona ogólna cyrkulacja zakłóca normalną stagnację mas powietrza w rejonie zimowego ochłodzenia się kontynentu Azjatyckiego.

Traktując zagadnienie wahań temperatury z nieco bardziej ogólnego punktu widzenia, musi się wziąć pod uwagę wahania, występujące na wielkich obszarach naszego globu. Te łączy się zazwyczaj ze zmienną działalnością słońca; obniżenie temperatury na ziemi podczas maksimum plam słonecznych spowodowane jest¹⁾ właśnie silniejszym promieniowaniem słońca, co mogłoby wydawać się dosyć dziwnem. Większa bowiem niż zwykle działalność słońca wywołuje szybsze parowanie oceanów, a tem samem silniejsze zachmurzenie (*cirrus*, *cirro-stratus*,

¹⁾ Według W. Köppena.

cirro-cumulus), które zaczyna już wpływać hamująco na dostarczanie ziemi energii cieplnej; zauważono też, że wówczas niektóre rzeki europejskie mają wyższy wodostan.

Rozumie się, że cały ten proces nie przedstawia się w tak prostej formie; wystarczy chociażby wspomnieć o tem, że zachmurzenie w pewnych wypadkach da się porównać do płaszcza, zatrzymującego wypromieniowywanie ciepła przez ziemię, a więc łagodzącego amplitudy. Stwierdzonem jednak jest, że właśnie okresy maksymów plam słonecznych odznaczają się silnymi kontrastami temperatur między poszczególnymi kontynentami. W związku z tem rozróżnia Bigelow trzy wypadki relacyj, zachodzących między plamami słonecznymi a wahaniami temperatury:

1) wahania temperatury są zgodne z przebiegiem plam słonecznych (Zwrotnikowa pd. Ameryka, pn. Australja, pd. Afryka, pd.-wsch. Europa, zach. Stany Zjed., zach. Grenlandja i t. d.);

2) wahania temp. mają przebieg odwrotny względem plam (Europa t. zw. środkowa, niektóre obszary Rosji, Färöer, Islandja i t. d.);

3) wahania temp. nie stoją w związku z plamami (*SW* Rosja, niektóre ze Stanów pn. Ameryki i t. d.).

Zaznaczyć jednak należy, że zmiany w promieniowaniu słońca na powierzchni ziemi mogą mieć swą przyczynę w wahaniami przezroczystości atmosfery, co powodować musi wahania temperatury przy powierzchni ziemi; dlatego niektórzy badacze popełniają błąd, przypuszczając, że temperatura powietrza może być miernikiem energii, otrzymywanej od słońca.

Gdy mówimy o wpływie ciepłego prądu Atlantyku, trudno nie poruszyć zagadnienia klimatu Europy, ponieważ te dwie kwestje są bardzo często wspólnie traktowane. Żaden obszar na ziemi niema tak złożonych stosunków klimatycznych, jak ten, że tak powiemy, wielki półwysep Azji; z tego więc względu powinno się mówić raczej o klimatach, aniżeli o klimacie Europy. Taki stan rzeczy wywołany jest wpływem szeregu czynników postronnych, które modyfikują i komplikują charakter klimatyczny, stwarzając prawdziwą mozaikę klimatów.

Do tych najważniejszych czynników zaliczyć trzeba:

1) zachmurzenie (mniejsze naogół latem niż zimą powodujące złagodzenie tejże);

2) sąsiedztwo obszaru stosunkowo ciepłego oceanu od zachodu, a więc właśnie od strony, z której mamy dominujący kierunek wiatru (*W* i *SW*);

3) równoleżnikowy kierunek gór, nie stanowiący żadnej zapory dostępowi wspomnianych wiatrów;

4) rozkład centrów ciśnienia atmosferycznego (wysokie: w zimie Azjatyckie na wschodzie i Azorskie na południu; niskie, Islandzkie na północy a latem Azjatyckie);

5) położenie na zachód od wielkiego kontynentu, silne rozczłonkowanie i t. d.

Pod względem termicznym jest Europa w każdym razie bardzo uprzywilejowaną¹⁾, a stanowisko to starano się różnie tłumaczyć. Wielu autorów przypisuje je ocieplającemu wpływowi prądu Golfowego; że wpływ ten istnieje, to nie ulega żadnym wątpliwościom, a najlepiej świadczy o tem charakterystyczne wyginanie się izoterm powietrza wzdłuż pn.-zach. wybrzeży Europy (rys. 33). Jednakowoż zdaje się być rzeczą mało prawdopodobną, by ta stosunkowo nie szeroka struga prądu mogła wpływać na klimat całej Europy (o czem już swego czasu pisał Köppen), a tembardziej — jak to niektórzy utrzymują — na klimat Azji.

Gdyby istotnie wahania temperatury wody, które można stwierdzić przy wybrzeżu Norwegji, oddziaływały bezpośrednio na wahania temperatury powietrza, to przedewszystkiem powinniśmy się zaobserwować je tak w obszarach bezsprzecznie pozostających pod wpływem ciepłego prądu, jak i w dal-

¹⁾ Valentia (Irlandja $\varphi=51^{\circ}54'N$) śred. rocz. $10.6^{\circ}C$.

Belle Isle (Labrador $\varphi=51^{\circ}53'N$) „ „ $-0.2^{\circ}C$,

(obie te miejscowości leżą na wybrzeżu).

Szczególnie drastycznie występują te kontrasty między Europą zach. a Ameryką wschod. w porze zimowej np.:

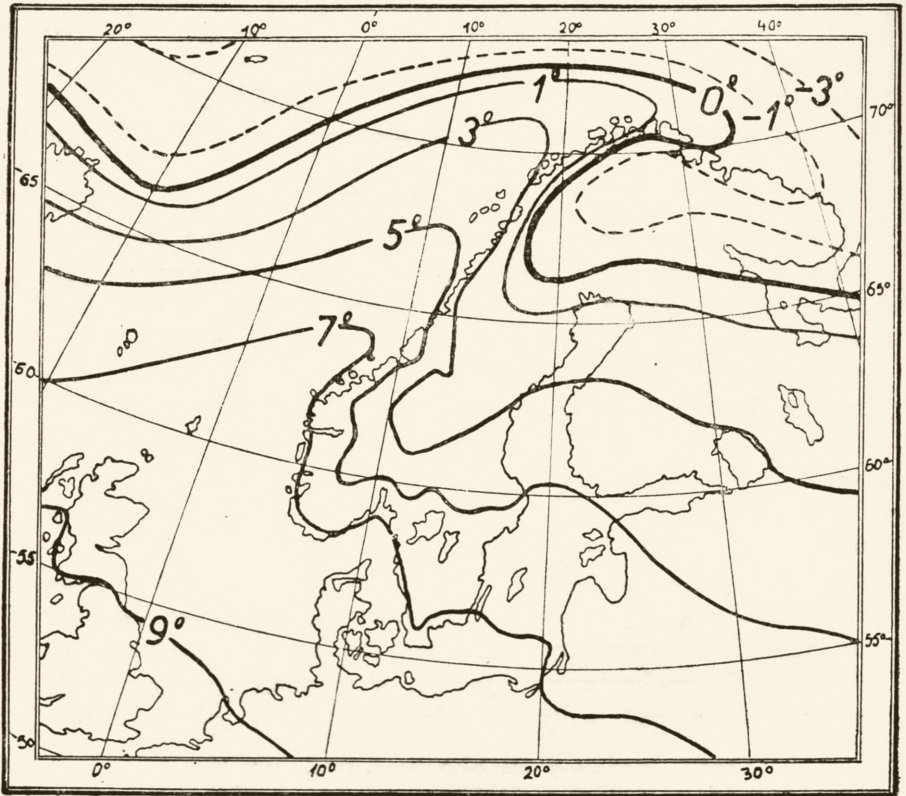
Clermont Ferrand (Francja) . . . $\varphi=45^{\circ}46'N$ Śred. stycznia $1.9^{\circ}C$.

Fredericton (Kanada) $\varphi=45^{\circ}57'N$ „ „ $-11.2^{\circ}C$.

Hammerfest (Norwegja) $\varphi=70^{\circ}40'N$ „ „ $-5.2^{\circ}C$.

Clermont jest więc o $13.1^{\circ}C$ cieplejsze w styczniu od Fredericton, mimo, że oddalone jest od wybrzeży Atlantyku m. w. o $320\ km$, a ta miejscowość Kanadyjska zaledwie o 10 . Hammerfest zaś ma średnią stycznia o $6^{\circ}C$ wyższą niż Fredericton, mimo, że leży o $24^{\circ}43'$ dalej na północ (już poza kołem podbiegunowym)!

szych, choć z pewnem opóźnieniem; że tego rodzaju wahań temperatury powietrza, które zależne byłyby od wahań temperatury, występujących w ciepłym prądzie Atlantyku, nie obserwuje się, stwierdziłem już w poprzedniej pracy (zob. spis literatury ¹⁾). Z obliczenia procentowych przyrostów miesięcznych



Rys. 33.

Izotermi roczne powietrza w północno-zachodniej Europie na poziomie morza według W. Gorczyńskiego.

temperatury powietrza i wody w stosunku do zmiany rocznej, wynika, że raczej krzywa, reprezentująca wartości dla powietrza, wyprzedza takąż dla wody.

¹⁾ Komunikat Inst. Geof. i Met. U. J. K. Nr. 34 „Kosmos“ tom 52, str. 959, r. 1927. Lwów.

Trzeba mieć jednak na uwadze, że niema dostatecznie ciągłych spostrzeżeń temperatury we właściwej strudze ciepłego prądu Atlantyku, gdyż dotychczasowe pomiary są robione tylko sporadycznie przez poszczególne okręty; w związku z tem średnie miesięczne dla danego miejsca opiera się zaledwie na kilku, rzadziej na kilkunastu pomiarach wody, zależnie od częstości przejazdów okrętów. Natomiast systematyczne obserwacje ma się tylko z okolic latarni morskich, a więc wody przybrzeżnej, która zasoleniem, temperaturą i innymi właściwościami różni się znacznie od wody prądu Golfowego.

Stwierdzenie bezpośredniego oddziaływania zmian temperatury, zachodzących w wodzie, na temperatury powietrza lub na odwrót, jest rzeczą nader trudną, bo powierzchnia zetknięcia obu tych elementów jest bardzo wielka, tak że nie tylko każda zmiana, która zajdzie w temperaturze wody, musi być odczuta przez powietrze, ale i na odwrót, a te wzajemne wymiany temperatury muszą wywołać najróżnorodniejsze komplikacje.

W celu porównania zastanówmy się, jakie warunki spotykamy na wschodnich wybrzeżach północnego Pacyfiku.

Tam też kontynent amerykański ma po stronie zachodniej, podobnie jak Europa, obszary oceanu i też wystawiony jest na działanie wiatrów o składowej zachodniej, wiejących z nad rozległej powierzchni wód, przynoszących wilgoć i ciepło, a zatem powodujące znaczne zmniejszenie amplitud. Do wybrzeży zachodnich Kanady, mniej więcej po 51° szerokości pn., zaledwie dochodzi słaby ciepły prąd, jako przedłużenie Kuro-Siwo (t. zw. „West Wind Drift“), a już prawie całe wybrzeże Stanów Zjedn. oblewa zimny prąd Kalifornijski aż po najbardziej południową kończynę tegoż półwyspu, mimo to ma ono klimat bardzo łagodny. Widzimy więc wielkie podobieństwo z temperaturami Irlandji i Wielkiej Brytanji, jakkolwiek niema tu tej potężnej strugi ciepłego prądu, jakim jest prąd Golfowy w Europie. I tak n. p. nad Pacyfikiem leżąca miejscowość Tatosh Island, Wash. $\varphi = 48^{\circ} 23' N$, $\lambda = 124^{\circ} 44' W$, ma średnią roczną $9^{\circ} C$ mimo, że leży na samem wybrzeżu, oblewanem przez wspomniany zimny prąd, a Paryż (Parc Saint-Maur) $\varphi = 48^{\circ} 49' N$, $\lambda = 2^{\circ} 20' E$ ma średnią roczną zaledwie o $1.4^{\circ} C$ wyższą. Z tego wynika, że nie tyle ciepły prąd, ile przedewszystkiem wiatr, wiejący

z nad morza, decydują o łagodności klimatu obszarów przybrzeżnych ¹⁾.

Gdyby wyniosłe pasma gór, ciągnące się południkowo wzdłuż zachodniego wybrzeża Ameryki Pn. nie zamykały dostępu wgiąb kontynentu wiatrom ciepłym, wiejącym z nad oceanu (podobnie jak to widzimy w Europie na półw. Skandynawskim ²⁾), również na większych obszarach zachodnich Ameryki Pn. mielibyśmy o wiele łagodniejszy klimat.

W powyższy sposób przedstawia się zagadnienie oddziaływania ciepłego prądu, z punktu widzenia bezpośredniego ogrzewania powietrza przez wodę.

Oddziaływanie pośrednie prądu Golfowego.

Inaczej jednak przedstawi się nam cały problem oddziaływania prądu Golfowego, gdy rozważymy go ze stanowiska wpływu pośredniego t. j. wywoływania zaburzeń w rozkładzie ciśnienia, a zatem powodowania pewnych zmian w kierunkach wiatru, opadach, w stanie zlodzenia i przesuwania się lodów ruchomych. To ostatnie zjawisko ma nieco podrzędniejsze znaczenie, ponieważ pełni rolę raczej tylko wskaźnika, zwiastującego łagodną lub ostrzegającego przed ostrą zimą (patrz str. 136 i 142).

Podczas zimy nad oceanem Atlantyckim panuje o wiele niższe ciśnienie, aniżeli na sąsiednim kontynencie amerykańskim; jeżeli ono zostanie przez ciepły prąd tembardziej pogłębione, w takim razie powstają na obszarze Ameryki Pn. tem silniejsze

¹⁾ Jak ważną rolę w temperaturze jakiegoś obszaru odgrywa wiatr, a więc ten czynnik transportujący ciepło czy zimno, może świadczyć to, że Genua ma o 1.7°C wyższą średnią roczną, aniżeli Marsylja, chociaż ta leży o 120 km dalej na południe. W tym wypadku chodzi o transport powietrza zimnego, t. j. o mistral, na działanie którego narażona jest Marsylja.

²⁾ Wybrzeża atlantyckie tego półwyspu mają o wiele wyższą średnią roczną temperaturę, aniżeli miejscowości położone po wschodniej stronie gór Skandynawskich:

Bodø w Norwegii $67^{\circ} 17' \text{N}$ śred. rocz. $+4.2^{\circ}\text{C}$.

Karesuando w Szwecji . . $68^{\circ} 26' \text{N}$ „ „ -2.9°C .

Różnica więc w średniej rocznej 7.1°C , — jest bardzo wielką, a z teoretycznego punktu widzenia odpowiadałaby przesunięciu o 17° szerokości geogr., przyjmując różnicę w temperaturze 0.41°C na każdy stopień dla miejscowości przybrzeżnych między $\varphi=60^{\circ}$ a 70°N .

wiatry zachodnie. Z tego można wyciągnąć dalszy wniosek, że ciepły prąd Atlantyku przyczyniałby się do wzmocnienia kontynentalizmu zimowego Ameryki Pn., co znacznie zostaje ułatwione przez ogólną zachodnią cyrkulację atmosferyczną tych szerokości geograficznych.

Wiatr będąc zależnym od rozkładu ciśnienia (na który ma wpływać ciepły prąd), jest ważnym czynnikiem, mogącym spowodować złagodzenie zimy, gdy jest o składowej zachodniej lub też silne mrozy, gdy wieje od wschodu; wskutek tego rola jego ma dla nas znaczenie pierwszorzędne.

Aby tę kwestję przedyskutować, przypomnijmy sobie rozkład t. zw. centrów działalności cyrkulacji atmosferycznej Teisserenc de Bort'a na Atlantyku i ogólne z tem zjawiska związane.

Od centrum wysokiego ciśnienia azorskiego wieją w ziemie wiatry ku drugiemu centrum, ale niskiego ciśnienia islandzkiego, zbaczając ku wschodowi, (t. j. na prawo) wskutek rotacji ziemi; ponieważ pochodzą z nad oceanu, powodują w obszarach, nad którymi wieją, znaczne podwyższenie temperatury i przynoszą opady.

Nie trzeba zapominać, że w tej porze roku mamy w Azji centrum wysokiego ciśnienia, od którego też zdążają prądy powietrza, ale już mroźnego, ku centrum islandzkiemu. Gdy więc to ostatnie, wskutek jakichś przyczyn (np. prądu ciepłego), umiejscowi się bardziej na *NE* od Islandji, to wiatry wiejące od centrum Azorskiego, (a więc pochodzące z nad Atlantyku) muszą zbaczać więcej ku wschodowi; obejmą one większe niż normalnie połacie Europy, w których wówczas panować będzie cyklonalna pogoda.

W inny sposób przedstawi się rozkład wiatrów, gdy niskie ciśnienie przesunie się na zachód od Islandji. Ciepłe i wilgotne prądy powietrza, pochodzące od centrum Azorskiego, przybiorą kierunek bardziej południkowy, zdążając wprost ku niskiemu centrum islandzkiemu, a gdy pd. Grenlandja znajdzie się w ich sferze, zapanuje tam łagodna, wcale nie polarna zima, (jak to miało miejsce np. w 1929 roku). Europa więc zostanie prawie całkowicie pominięta przez wiatry morskie; zato z centrum azjatyckiego wysunie się ku Azorom język wysokiego ciśnienia, którego oś będzie miała m. w. kierunek równoleżnikowy i obejmie

prawie całą Europę zachodnią, wywołując tam długotrwałe niskie temperatury. Będziemy mieć wówczas t. zw. syberyjską zimę, którą komentuje się zwykle falami mrozów (zima w roku 1929).

Przedstawiony powyżej schemat zmian w rozkładzie ciśnienia, które mają w tak decydujący sposób wpływać na temperatury zimy w Europie, mimo swej jasności i na pozór przekonywującego wrażenia jakie sprawia, uchodzić musi już dziś za przestarzały. Przedewszystkiem jest za prymitywny, bo nie uwzględnia wpływu rozkładu ciśnienia w innych obszarach Europy; np. roli morza Śródziemnego, albo t. zw. osi Woejkowa, a więc tego pasa wyższego ciśnienia, ciągnącego się m. w. przez środek kontynentu Europy o kierunku *ENE—WSW*, a powodującego łagodniejsze zimy w północno-wschodniej Europie, w stosunku do zim w południowo-wschodnich połaciach tego kontynentu ¹⁾. Dalej nie bierze pod uwagę ogólnej światowej cyrkulacji atmosferycznej i prądów konwekcyjnych oraz teoryj powstawania niżek barometrycznych w wyższych szerokościach geograficznych a więc prac Exnera i Bjerknesa, które tu krótko niebawem też przedstawimy.

Z tego powodu schemat ten może służyć jako zupełnie ogólny szkic obrazu rozkładu ciśnienia podczas ostrych i surowych zim europejskich, jednak uwzględniając go, zawsze pamiętać należy, że w rzeczywistości całe zjawisko odbywa się w sposób o wiele bardziej skomplikowany; szereg bowiem dosyć ważnych czynników rozmyślnie tu pominęliśmy, by nie tracić przejrzystości całego obrazu.

Jak z powyższego więc wynika, o przebiegu pogody w Europie decydowałoby w pierwszym rzędzie umiejscowienie się niskiego północno-atlantyckiego centrum, a poznanie przyczyn jego przesuwania się powinno rzucić nieco światła na zagadkę mikro-wahań temperatury w Europie.

Niestety, istota zjawiska prądów i zmian w nich zachodzących, mimo świetnych wyników prac Petterssona jest jeszcze bardzo mało znana, a co gorsze, nasze obserwacje,

¹⁾	φ pn.	Średn. temp. stycz. C ⁰	Średn. teoret. temp. równoleżnika osi Woejkowa	Położ. względem
Archangielsk .	64°33'	—13·7 ⁰	—22·0 ⁰	północne
Orenburg . . .	54°46'	—15·3 ⁰	—8·7 ⁰	południowe

dotyczące temperatury tychże, są za skąpe, by na nich polegać, wskutek czego zagadnienie to jest jeszcze ciągle kwestją otwartą.

W poprzedniej pracy doszedłem do wniosku, że wahania temperatury, zachodzące w prądzie Golfowym, nie zaznaczają się bezpośrednio w wahaniami temperatury powietrza w Europie, a już tembardziej w obszarach bardziej na wschód leżących. Rola więc wpływu bezpośredniego tego prądu ogranicza się ściśle do stosunkowo wąskiego pasa przybrzeżnego, jest to więc wpływ czysto lokalny, tak jak i samo zjawisko. Nie znaczy to jednak, żeby był wykluczony jego pośredni wpływ, polegający na wywoływaniu lokalnych zmian w dynamice atmosfery, np. przez zmianę dróg ruchu cyklonów na Oceanie Atlantyckim (F. Leshaft). Ewentualność ta jest rzeczą ważną i nie powinna być pominiętą przy studjum zagadnienia wpływu prądów wogóle, a atlantyckiego w szczególności. Przytem nie można zapominać, że energia cieplna za jakimkolwiek pośrednictwem ją otrzymujemy, prawie w całości pochodzi od naszej gwiazdy dziennej i w tym wypadku też zmiany, zachodzące w jej wysyłaniu muszą, chociaż z pewnem opóźnieniem, prawdopodobnie uwydatniać się i w prądach.

Przyczyna ostrych zim.

Zdaje się, że niewiele odbiegniemy od właściwego tematu, jeżeli podamy tu za Exnerem, w związku z przebiegiem anormalnie ostrej zimy w Europie w r. 1928/29¹⁾, kilka

¹⁾ Np. we Wiedniu spadła temperatura w lutym do -26°C , a tem samem osiągnęła swe minimum krańcowe, które było notowane od czasu założenia tamże stacji meteorologicznej t. j. od 154 lat. Bardzo ciekawą jest rzeczą, że równoczesny pomiar temperatury zrobiony kilka centymetrów nad powierzchnią śniegu wykazał -32°C , co należy tłumaczyć tylko silnem wypromieniowywaniem śniegu podczas bezchmurnego nieba; jednakowoż w 50 cm pod powierzchnią w śniegu obserwowano 2°C powyżej zera.

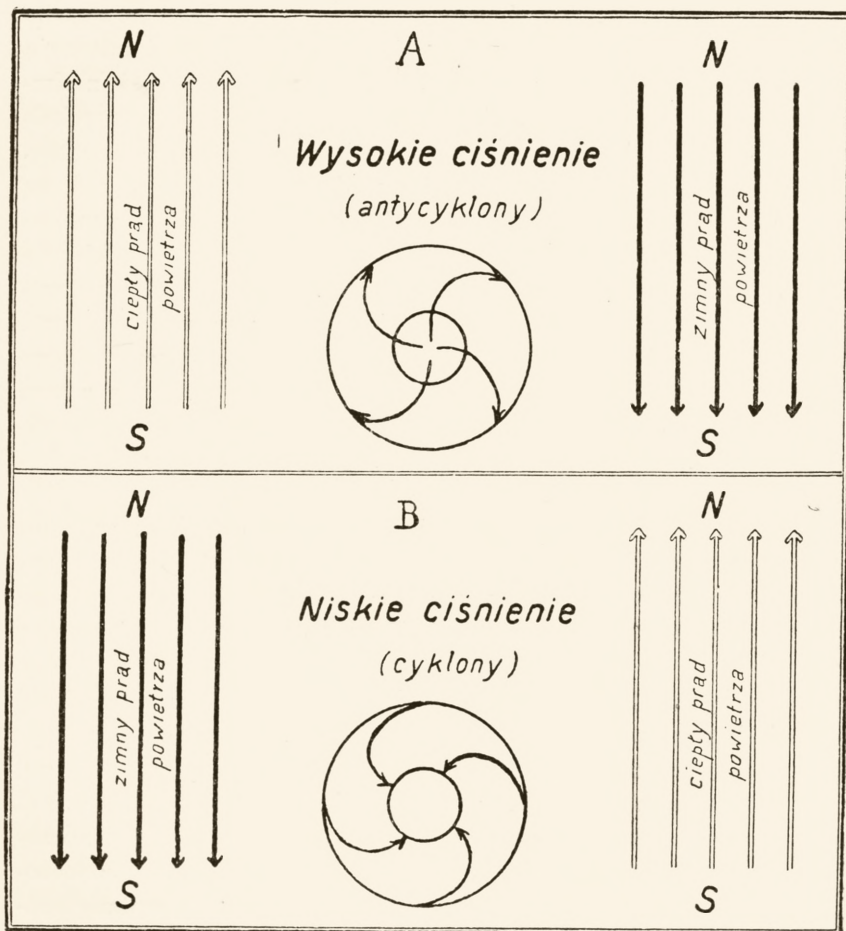
W Polsce zanotowano też bardzo niską temperaturę bo -42.3° (Pohulanka obok Wilna). Średnia tego miesiąca wynosiła dla Warszawy (Mokotów) -13.3°C , a więc była najniższą od 150 lat, to jest w czasokresie, od kiedy zorganizowano w Warszawie systematyczne spostrzeżenia meteorologiczne (r. 1779). Zaznaczyć też trzeba, że średnia wieloletnia lutego wynosi -2.5°C dla Warszawy, a więc odchylenie = -10.8°C . (Zob.: Wiadom. Met. i Hydr. wyd.: Państw. Inst. Met. — Warszawa I i II 1929).

uwag odnośnie do przyczyn, powodujących nieokresowe wahania temperatury w Europie. Zjawiska te bynajmniej nie powtarzają się w stałych odstępach czasu, jak na to wskazują systematyczne obserwacje i nie można w nich wykryć żadnej ścisłej regularności i z tego powodu stają się tembardziej trudnemi do wytłumaczenia.

Spadki temperatury, jakie na ziemi obserwuje się czyto w niższych, czy też w wyższych szerokościach geogr., wywołane są naogół przez wypromieniowywanie ciepła, a że mimo to np. w zimie nie mamy stałego obniżania się temperatury, ale często nawet pewne podwyższenie, to zawdzięczać możemy tylko transportowi ciepłych mas powietrza z niższych szerokości geogr. Powodem tego, że Europa zach. jest w zimie o wiele cieplejszą od wschodniej, jest także o wiele silniejszy transport mas powietrza z południa w obszar Europy zachodniej, aniżeli wschodniej. Ponieważ zjawisko to łączy się już ściśle z zagadnieniem przyczyn, wywołujących zmiany temperatury, a więc z cyrkulacją atmosferyczną, zmuszeni jesteśmy omówić ją tu w krótkości.

Regiony tropikalne są źródłem ciepła, a polarne zimna, następstwem tego rozgrzewania się i ochładzania powietrza jest stała cyrkulacja atmosfery. Ciepłe powietrze odpywa w znacznej wysokości ku wyższym szerokościom geograficznym, a zimne przy ziemi ku niskim. Jednak nie istnieje żadna symetryczność w rozkładzie tych prądów, a to z powodu obrotu ziemi, który powoduje zbaczanie ruchów odbywających się na półkuli północnej w prawo (a na południowej w lewo); zimne więc prądy zdążające ku równikowi skręcają na zachód, ciepłe wiejące ku biegunowi na wschód. Krążenie to odbywa się w poszczególnych pasach południkowych w ten sposób, że przy prądzie z ciepłych okolic do zimnych niskie ciśnienie leży na zachód, co wynika z konieczności zrównoważenia siły Coriolisa przez gradient ciśnienia; na odwrót dla prądu, pochodzącego z północy, a więc zimnego, musi gradient leżeć od tegoż na wschód, by zimne masy powietrza mogły dostać się do regjonów tropikalnych. Między temi dwoma prądami tworzą się centra wysokich i niskich ciśnień (rys. 34). Gdy np. idzie ciepły prąd z południa na północ, a po jego zachodniej stronie zimny z północy na południe, to między temi dwoma prądami

znajduje się pas niskiego ciśnienia (rys. 34 B); naodwrot - gdy zimne powietrze płynie po wschodniej stronie ciepłego, to między takim układem prądów mamy obszar wysokiego ciśnienia (rys. 34 A). W tych obszarach wytwarzają się pewne centra,



Rys. 34.

Schemat powstawania cyklonów i antycyklonów na półkuli północnej wskutek cyrkulacji atmosferycznej.

a więc cyklony i antycyklony, które zdają się być wynikiem cyrkulacji, powstającej między źródłem ciepła i zimna¹⁾; są one

¹⁾ Teoria powstawania cyklonów i antycyklonów drogą dynamiczną.

zarazem czynnikiem, przyczyniającym się do wyrównywania temperatury przez mieszanie powietrza obydwu prądów t. j. ciepłego z zimnym. Mimo to jednak, po wytworzeniu wspomnianych wirów, prądy te nie zanikają, ale w dalszym ciągu poruszają się każdy w danym kierunku, a więc na wschód od cyklonu płynie powietrze ciepłe ku północy, a na zachód zimne w stronę południa; w końcu dzielą się masy ciepłego powietrza w polarnych regjonach na dwie lub więcej części i mieszają się ostatecznie z powietrzem zimnym. Podobnie dzieje się z zimnemi prądami powietrza, docierającemi do regjonów tropikalnych, gdzie dzielą się one też na ramię wschodnie i zachodnie. Drogi, któremi odbywa się wspomniana cyrkulacja nie są zawsze te same. Ponieważ w średnich szerokościach zimą są oceany stosunkowo znacznie cieplejsze od kontynentów, kieruje się ciepły prąd powietrza w te obszary, czasem jednak przełamie się, wkracząc ku wschodowi na zimny kontynent. Analogicznie się rzecz przedstawia z zimnemi prądami, które wkraczą znowu z kontynentu na ocean. W związku z tem mamy dlatego na północnej półkuli zwykle trzy do czterech wielkich cyrkulacyj, funkcjonujących obok siebie łącznie z bocznemi odgałęzieniami.

Otóż podczas wspomnianej anormalnie ostrej zimy mieliśmy zamiast istniejących zazwyczaj trzech do czterech systemów cyrkulacji prądów powietrza, zaledwie dwa główne zimne prądy, z północy ponad Eurazją i Północną Ameryką i dwa ciepłe ciągnące ponad Atlantykiem i Pacyfikiem. Obfity opad śniegu na obu kontynentach tembardziej przyczynił się do obniżenia temperatury, z powodu zdolności silnego wypromieniowywania i odbijania promieni słonecznych przez powierzchnię nim pokrytą. Główną rolę odegrała tu Eurazja, gdzie nagromadzone masy zimnego ciężkiego powietrza rozprzestrzeniły się na wszystkie strony, powiększając obszar wysokiego ciśnienia. Rzecz prosta, że to rozprzestrzenianie odbywało się przedewszystkiem ku okolicom cieplejszym, t. j. ku południowemu-zachodowi, przyczem każda akcja wtargnięcia ciepłego powietrza w obszar zimny wywoływała reakcję fal zimnych. Zachodnia krawędź zimnej masy powietrza, okalająca prawie całą Eurazję, a granicząca z ciepłemi prądami powietrza atlantyckiego, została silnie spłaszczona wskutek „sprasowania“ przez masy ciepłego powietrza, unoszącego się

w górę i naciskającego od strony *W* i *NW*¹⁾; gdyby nie to prawie równoległe położenie krawędzi mas zimnych względem ciepłych prądów powietrza, te ostatnie musiałyby wkroczyć na Eurazję, z powodu zbaczania ruchu wskutek rotacji ziemi (patrz str. 156) i w Europie nie mogłyby tak niska temperatura utrzymać się przez tak długi przeciąg czasu.

Wniosek, jaki z tego da się wyciągnąć, jest prosty: im więcej prądów cyrkulacyjnych istnieje na półkuli północnej, tem zmienniejszy przebieg pogody, im mniej — tem bardziej ustalony. Narazie trudną rzeczą jest dociec, co jest pierwotną przyczyną i od czego zależy tworzenie się jednego lub więcej systemów w cyrkulacji atmosferycznej. Z powodu specjalnych własności fizycznych powietrza, ruchy olbrzymich jego mas muszą być bardzo zmienne, tak że o wiele trudniej jest je zrozumieć, aniżeli np. poruszanie się wody w rzekach i morzach. Brak brzegów w tym olbrzymim oceanie atmosferycznym jeszcze bardziej komplikuje zrozumienie jego dynamiki, a rozmiesz-

¹⁾ Pojęcie zetknięcia się mas zimnych powietrza z ciepłymi łączy się już ściśle z teorią Bjerknesa, dotyczącą t. zw. frontu polarnego, ruchu niżek barometrycznych i związanych z tem zjawiskami. Przy spotkaniu się wspomnianych mas, zimne powietrze (w postaci klina) spoczywa przy powierzchni ziemi, a nad niem przewala się powietrze ciepłe i wilgotne. Cały ten system może poruszać się w kierunku ogólnego ruchu atmosfery w tych szerokościach geogr. t. j. z zachodu na wschód, przyczem powietrze ciepłe posuwa się prędzej od zimnego. Wskutek tego powietrze ciepłe podnosi się, co wywołuje kondensację pary wodnej i tworzenie się pewnego systemu obłoków na coraz to znaczniejszych wysokościach. Gdy więc nadciąga ciepły front, kolejność tychże będzie następująca: *Ci*, *Ci Str.*, *Ci Cu*, *A Str.* i *Nb*, a przed temi ostatnimi obłokami występuje już szeroka strefa deszczu. Według Bjerknesa też, niżki wytwarzają się przez spotkanie dwu prądów powietrza polarnego zimnego i zwrotnikowego ciepłego, a ruch ich jest w prostym związku z ich budową i energją. Środek niżki ma przemieszczać się w kierunku równoległym do izobar wycinka powietrza ciepłego spotykającego się z zimnem. Szybkość przemieszczania się niżki zależy od szybkości wiatru w końcowej części ciepłego wycinka; w każdym razie prędzej porusza się ona w początkowych fazach swego rozwoju, aniżeli w końcowych. (Teorja powstawania cyklonów i antycyklonów drogą termiczną).

Teorję tę można prawie zawsze zastosować w zjawiskach atmosferycznych Europy, jednak w innych obszarach (jak np. w Stanach Zjedn.) nie można nią tłumaczyć wytwarzanie się i ruchu niżek, co jest jej najsłabszą stroną.

czenie powierzchni wód i kontynentów na naszym globie daje tylko zupełnie ogólne pojęcie o różnicach w rozkładzie danych mas powietrza.

* * *

W podobny sposób możemy tłumaczyć t. zw. fale zimna powrotnego, świadkiem czego jesteśmy rokrocznie z początkiem wiosny około połowy maja. Jest to okres t. zw. „zimnych świąt”, kiedy już po ciepłych dniach maja zdarza się czasem opad śnieżny, a nawet silne przymrozki.

Zjawiskiem tem wiele się już zajmowano, a różne hipotezy przyczyn tegoż były nieraz sprzeczne między sobą. Niektórzy uważają, że gwałtowne tajanie lodów w tym czasie na północnym Atlantyku aż tyle zużywa ciepła, że to ma się dawać odczuć nawet na obszarach, położonych daleko od niego w głębi kontynentu. Takie jednak wyjaśnienie nie wytrzymuje już dziś krytyki, o ile tajanie lodów uważałoby się za przyczynę bezpośrednią, a nie pośrednio wpływającą przez obniżenie temperatury na ogólny rozkład ciśnienia, — a już zupełnie jest nieprawdopodobnem, o ile chodziłoby właśnie o wspomniane obszary.

E. Romer szuka rozwiązania tej zagadki w przyczynach różnorodności torów cyklonów w Europie i czasowej ich zawisłości od innych czynników oraz w ogólnej sytuacji barometrycznej.

Poniżej podaję próbę wyjaśnienia tego zjawiska z punktu widzenia cyrkulacji atmosferycznej na podstawie przesuwania się mas powietrza.

Zimą, jak to wspomnieliśmy, zalega kontynent Eurazji, Ameryki Pn. i obszary mórz polarnych powietrze ciężkie o niskiej temperaturze. Krawędź tych mas zimnego powietrza jest spłaszczona przez powietrze ciepłe, unoszące się ponad Atlantykiem, które jako lżejsze zachodzi na zimne; krawędź ta ma więc kształt podkowy, okalającej Atlantyk. Gdy zima wcześniej się kończy na obszarze kontynentu, powietrze nad nim zaczyna się rozrzedzać wskutek nagrzania, podczas gdy na dalekiej północy panuje jeszcze dosyć sroga zima, której towarzyszy wysokie ciśnienie. Ten niezrównoważony stan atmosferyczny nie może się długo utrzymywać; czy prę-

dziej, czy później ciężkie masy powietrza polarnego muszą wtargnąć w to rozrzedzone powietrze średnich szerokości geograficznych, przynosząc tamże nagłe obniżenie temperatury. Mamy wówczas zjawisko owego powrotnego zimna (czas „zimnych świąt“).

Gdy natomiast na kontynencie panuje przewlekła zima, jak np. w r. 1928—29, to wówczas gdy uwolnimy się z jej mroźnych oków i gdy zapanuje u nas wyższa temperatura, wtedy i okolice subpolarne wskutek długości dnia też naogół wolne stają się od mrozów i nie istnieje już tak wielki kontrast w temperaturze, a przede wszystkim w stanie ciśnienia między temi regionami, a średnimi szerokościami geogr. Po długiej więc zimie u nas okres powrotnego zimna powinien według powyższych wywodów być spóźniony, nie tak gwałtowny i nie przynosić tak znacznego obniżenia temperatury¹⁾; w wyjątkowych wypadkach może być nawet tak nieznacznym, że uchodzi naszej uwadze. Nawiasem zaznaczyć można, że właśnie w tym roku przebieg „zimna powrotnego“ miał właśnie taki charakter. Czy było to zjawiskiem tylko przypadkowym, może w przyszłości wykażą dokładniejsze studia nad przebiegiem tej anormalnie mroźnej zimy, które już przedsięwzięliśmy w Instytucie Geofizyki i Meteorologii U. J. K. Ale jest to zagadnienie może mniej tu nas interesujące.

Wracając do głównego naszego tematu, widzimy, że poznanie wspomnianych ruchów powietrza ważnem jest nie tylko ze względów teoretycznych ale i praktycznych, gdyż one właśnie decydują o stanie pogody, a więc i zmianach termicznych, powstających przede wszystkim wskutek transportu mas ciepłego, czy też zimnego powietrza. To, jak widzimy, zupełnie proste zapatrywanie na bezpośrednią przyczynę wahań temperatury, jest najbardziej zgodnem z ogólnemi prawami w dziedzinie meteorologii i dlatego z pomiędzy wszystkich przytoczonych zasługuje na specjalne wyróżnienie, tembardziej że nie wymaga ono przyjmowania żadnych skomplikowanych i często o problematycznej wartości teoryj. Nie jest wykluczone, że i tu, szczególnie w rozkładzie ciepłych prądów powietrza, które jak wspomnieliśmy, trzymają się w czasie zimy przedewszyst-

¹⁾ To samo odnosić się może do łagodnych zim o małym opadzie śnieżnym, z przyczyn przytoczonych na str. 158.

kiem oceanów, też i morskie prądy mogą odgrywać pewną rolę jednak siłą faktu musi ona schodzić do dosyć podrzędnej. Przytoczona powyżej próba rozwiązania zagadnienia wahań temperatury, jest jeszcze z tego względu ciekawa, że zdaje się nie wymaga przyjmowania jakiegokolwiek wpływu zjawisk natury kosmicznej.

Przy opracowaniu tego artykułu niejednokrotnie korzystałem z biblioteki Prof. H. Arctowskiego oraz Instytutu Geograficznego Uniwersytetu J. K., za co składam Prof. H. Arctowskiemu i Prof. E. Romerowi serdeczne podziękowanie.

Lwów, dnia 17 czerwca 1929 r.

*Z Instytutu Meteorologii i Geofizyki Uniwersytetu J. K.
we Lwowie.*

LITERATURA.

Arctowski H. i Orkisz H. O wahanich temperatury w Ameryce Północnej w latach 1910—1919. Komunikat Inst. Geof. i Met. U. J. K. Nr. 19. „Kosmos“ t. 51. Lwów, 1926.

Bigelow F. H. Synchronism of the variations of the solar prominences with the terrestrial barometric pressures and the temperatures. *Monthly Weather Review*, 1903.

Bigelow F. H. Relations between the meteorological elements of the United States and the solar radiation. *Amer. Journ. of Science* (4) XXV, 1908.

Bjerknes J. and Solberg H. Life cycle of cyklones and the solar front theory of atmospheric circulation. *Geofysiske Publicationer*. Vol. III, Nr. 1. Kristiania 1922.

Ekholm N. Sveriges temperaturförhållanden jämförda med det övriga Europas. Ymer 1899, H. 3. Stockholm.

Eliot Sir J. A preliminary investigation of the more important features of the meteorology of southern, the Indian Ocean and neighboring Countries during the Period 1892—1902. — *Indian Met. Memoirs*. Vol. 15, Part I. 1903, pp. 185—307.

Exner F. M. Über monatliche Witterungsanomalien auf der nördlichen Erdhälfte im Winter. *Sitzungsber. der K. Akademie der Wissenschaften, Mathem.-naturwiss. Klasse CXXII*, Bd. 193.

Exner F. M. Die Wetterlage im heurigen Winter. *Met. Zeitschr.* Heft 4, Apr. 1929.

Gorczyński W. Nowe izotermy Polski, Europy i kuli ziemskiej z dodatkiem o charakterze klimatycznym Polski. Warszawa, 1918.

Helland-Hansen B. a. Nansen F. Temperature variations in the North Atlantic Ocean and in the Atmosphere. Smithsonian Miscellaneous Collections Vol. 70, Nr. 4. Publ. by the Smiths. Inst. 1920.

Helland-Hansen B. a. Nansen F. The Eastern North Atlantic Geofisiska Publikationer — Vol. IV, Nr. 2. Oslo, 1926.

Hildebrand Hildebrandsson H. Über die Kompensations zwischen die Witterungstypen der Jahreszeiten in verschiedenen Gegenden der Erde. Met. Zeitschr. Heft 3. März 1910.

Kochański A. O powstawaniu niżów barometrycznych w świetle teorii Bjerknesa. Kosmos „B“ Zesz. 3. Lwów, 1929.

Köppen W. Wodurch ist die hohe Wärme Europas und des Nordatlantischen Ozeans bedingt. Ann. d. Hydr. und mar. Met. XXXIX J., Heft III, pp. 113—119. — 1911.

Leshaff F. Der Einfluss des Golfstromes auf die Bewegung der Zyklone im Atlantischen Ozean. St. Petersburg 1902. Met. Westnik.

Lockyer N. and Lockyer W., J. S. On some phenomena which suggest a short period of solar and meteorological changes. Proc. Roy. Soc. London, LXX, 1902.

Lockyer N. and Lockyer W., J. S. The behaviour of the short-period atmospheric pressure variation over the Earth's surface. Proc. Roy. Soc. LXXIII, 1904.

Meinardus W. Der Zusammenhang des Winterklimas in Mittel u. Nordwesteuropa mit dem Golfstrom. Zeitschr. d. Gesell. für Erdkunde XXXIII. Berlin, 1898.

Meinardus W. Über einige meteorologische Beziehungen zwischen dem Nordatlantischen Ozean und Europa im Winterhalbjahr. Meteorol. Zeitschr., XV (XXXIII). 1898.

Meinardus W. Einige Beziehungen zwischen der Witterung und den Ernte-Erträgen in Nord-Deutschland. Verhandl. des VII. Internationalen Geographen Kongresses in Berlin 1899. Berlin, 1900.

Meinardus W. Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen. Ann. d. Hydr. u. Mar. Meteor. XXXII. 1904.

Meinardus W. Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und damit zusammenhängende Erscheinungen. Meteor. Zeitschr. XXII. 1905.

Meinardus W. Periodische Schwankungen der Eistrift bei Island. Ann. d. Hydr. u. Mar. Meteor. XXXIV. 1906.

Meinardus W. Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei Island und der nordatlantischen Zirkulation. Ann. d. Hydr. u. Mar. Meteor. XXXVI. 1908 (S. 318).

Moniak J. Wahania temperatury na obszarze północnego Atlantyku w latach 1910—1919. Komunikat Inst. Geof. i Met. U. J. K. Nr. 34. „Kosmos“ t. 52. Lwów, 1927.

*

Murphy R. C. Oceanic and climatic phenomena along the west coast of South America during 1925. *Geogr. Rev.*, Vol. 16. 1926, pp. 26 – 54.

Nansen F. The waters of the northeastern North Atlantic. *Internationale Revue des gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*. Leipzig, 1913.

Pettersson O. On the influence of icemelting upon oceanic circulation. *The Geogr. Journ.* London, 1904.

Pettersson O. Über die Wahrscheinlichkeit von periodischen u. unperiodischen Schwankungen in dem Atlantischen Strome u. ihren Beziehungen zu meteorologischen u. biologischen Phänomenen. *Ur. Svenska Hydr. Biol. Komm. Skrifter II.* 1905.

Pettersson O. The Connection between hydrographical and meteorological phenomena. *Quarterly Journ. of the Roy. Met. Society.* XXXVIII. London, 1912.

Pettersson O. Climatic variations in historic and prehistoric time. *Ur. Sv. Hydr. Biol. Komm. Skr. V.* 1914.

Pettersson O. Changes in the oceanic circulation and their climatic consequences. *Geogr. Rev.* Jan. 1929.

Romer E. *Przymrozki majowe*. Kosmos. Lwów, 1894.

Sandström I. W. Über den Einfluss des Golfstromes auf die Wintertemperatur in Europa. *Met. Zeitschr.* Vol. 43. H. 11. Nov. 1926.

Smith E. H. The ice drift in the North Atlantic. *Pilot Chart of the North Atlantic Ocean.* March 1917. Hydrographic Office. Washington D. C.

Strachan R. Die Wasser und Lufttemperatur um die Britischen Inseln in ihrer Beziehung zum Golfstrom. *Quart. Journ. R. Met. Soc.* Vol. XXXIII. 1907, p. 207.

Szostakowicz W. B. Warme u. kalte Winter in Sibirien und ihre Abhängigkeit von dem Zustand des Golfstromes. *Met. Zeitschr.* t. 42, H. 1. 1925, p. 1.

Teisserenc de Bort. *Synthèse de la Répartition des pressions à la Surface du Globe.* Ann. du Bur. Centr. 1887. Tome I.

Wiese W. Über die Möglichkeit einer Vorhersage des Eiszustandes im Barentsmeer — *Iswest. Zentr. Hydrometeorol. Bureau*, 1923.

Wiese W. Die Einwirkung der mittleren Lufttemperatur im Frühling in Nord-Island auf die mittlere Lufttemperatur des nachfolgenden Winters in Europa. *Met. Zeitschr.* Heft 2. Febr. 1925.

Wiese W. Die Vorhersage der Eisverhältnisse im Barents- Meer. *Arktis* Heft 3/4 1928. J. Perthes. Gotha.

ANTONI ŁOMNICKI

Zagadnienia statystyki matematycznej

Część II. Statystyka dwóch i więcej zmiennych. Teoria korelacji

§ 1. Tablice korelacji i kontyngencji.

W pierwszej części¹⁾ omówiliśmy matematyczne metody badania szeregów statystycznych jednej zmiennej, otrzymanych z badania jednej cechy danego zbioru czyli danej populacji. Przypomniemy tu krótko, jak się w tym wypadku postępuje.

Jeżeli badana cecha jest zmienną x przybierającą wartości:

$$x_1, x_2, \dots, x_r,$$

to trzeba policzyć i zanotować liczby:

$$n_1, n_2, \dots, n_r$$

osobników posiadających odpowiednie wartości tej cechy. W ten sposób otrzymuje się szereg frekwencji bezwzględnych. Okazuje się jednak dogodniejszym zastąpienie tego szeregu szeregiem frekwencji względnych czyli częstości:

$$\frac{n_1}{N}, \frac{n_2}{N}, \dots, \frac{n_r}{N},$$

przyczem N jest liczbą elementów całego zbioru (populacji). Te frekwencje nazywamy także prawdopodobieństwami empirycznymi wartości x_1, x_2, \dots, x_r i oznaczamy je odpowiednio:

$$p_1, p_2, \dots, p_r$$

Jeżeli cecha x zmienia się w sposób ciągły, to zamiast szeregu frekwencji otrzymujemy funkcję frekwencji, okre-

¹⁾ Kosmos. Serja B. Tom LIII. Zeszyt IV. 1928, str. 477—506.

ślona w ciągłym zbiorze wartości x , której graficznym obrazem jest linja frekwencji.

Wprowadziliśmy rozmaite liczby charakteryzujące sumarycznie takie szeregi lub linje, a mianowicie: średnią, dyspersję i wyższe momenty.

Porównywaliśmy następnie takie surowe, empiryczne szeregi i krzywe frekwencji z szeregami i krzywymi otrzymanymi z rozmaitych znanych matematycznych schematów, występujących w abstrakcyjnym rachunku prawdopodobieństwa. Z tego porównania można wysnuwać rozmaite wnioski o składzie danej populacji.

Chcąc poznać dokładniej badany zbiór, należy oczywiście badać większą liczbę cech. Każdą cechę z osobna można badać według metod rozwiniętych w Części I. Wyłania się tu jednak nowe, zasadniczo ważne zagadnienie, a mianowicie badanie związków zachodzących pomiędzy rozmaitemi cechami tej samej populacji. By wykryć te związki, trzeba — jak to zaraz zobaczymy — odrazu używać innych metod, trzeba odrazu zestawiać liczby otrzymane z spostrzeżeń nie w szeregi statystyczne, lecz w tablice statystyczne. Na razie ograniczymy się do badania dwóch cech, a więc do dwóch zmiennych. Wyjaśnimy istotę tej nowej metody na szczegółowym przykładzie z statystyki praktycznej.

Zbadano wszystkie pary małżeńskie w Anglii w r. 1901 pod względem dwóch cech x i y , gdzie x oznacza wiek żony, a y wiek męża. Zbiór składał się z $N = 5,317000$ par. Wiek podzielono na klasy po 5 lat a liczby małżeństw podano okrągło w tysiącach. Zwracając uwagę tylko na jedną cechę, a mianowicie na wiek x żony w małżeństwie, otrzymano następujący szereg statystyczny jednej zmiennej:

x	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55
n_x	23	414	808	854	781	669	550	487
x	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	85—	
n_x	317	226	134	68	27	8	1	

A więc np. wśród obserwowanych par było 781000 takich, w których żona miała od 35 do 40 lat. Za liczbę x , reprezentującą każdą klasę, można wziąć środek tej klasy i zamiast 15—20 pisać 17·5, zamiast 20—25 liczbę 22·5 i t. p. Ostatnia klasa jest tu nieregularna, zawiera wiek powyżej 85 lat. Zwracając zaś uwagę tylko na wiek y męża otrzymujemy inny szereg statystyczny, a mianowicie:

y	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55
n_y	4	240	688	817	793	700	595	483
y	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	85—	
n_y	369	277	175	104	50	18	1	

Można teraz badać każdy z tych szeregów osobno, sposobami poznanymi w statystyce jednej zmiennej i wysnuwać stąd rozmaite wnioski dotyczące mężczyzn żonatych a osobno kobiet zamężnych. Statystyka interesuje jednak bardzo także związek wieku męża z wiekiem żony. Na podstawie tych dwóch oddzielnych szeregów możnaby bardzo niewiele i niedokładnie powiedzieć o tym związku. Chcąc mieć dokładniejszy pogląd na ten związek, należy odrazu sporządzić dokładniejszą tablicę, a mianowicie tablicę o podwójnych napisach, w której można zanotować, ile znaleziono np. par, w których wiekowi męża 35—40 lat odpowiada wiek żony od 25—30 lat i tak dla wszystkich możliwych kombinacji. Tabelka taka, zwana **tablicą korelacji** lub **spółzależności**, ma w tym wypadku następującą postać¹⁾ (p. tab. I.).

Tak np. liczba 69 w trzeciej kolumnie oznacza, że wśród ogółu badanych małżeństw znaleziono 69000 takich, w których mąż miał 35—40 lat a żona 25—30 lat.

Ostatnia kolumna zawiera szereg frekwencyj dla wieku mężów a ostatni wiersz szereg frekwencyj dla wieku żon. Sze-

¹⁾ Podajemy ją według G. Udny Yule'a. „Wstęp do teorii statystyki“, r. 1921, str. 189.

Tabela I.
Spółzależność między wiekiem żony i męża w Anglii w r. 1901.

	W i e k ż o n y (x)																Ra- zen
	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-		
15-20	2	2															4
20-25	16	173	46	4	1												240
25-30	4	185	402	84	10	2	1										688
30-35	1	41	265	411	84	12	1										817
35-40		9	69	251	369	80	2	1									793
40-45		3	17	71	219	309	66	12	2	1							700
45-50		1	6	20	66	178	252	59	10	2	1						595
50-55			2	8	19	57	146	195	44	10	2						488
55-60			1	3	8	18	46	110	141	35	6	1					369
60-65				1	3	8	16	89	81	101	23	4	1				277
65-70				1	1	3	6	11	26	53	58	13	2	1			175
70-75					1	1	2	5	8	18	31	31	6	1			104
75-80						1	1	2	3	5	10	14	12	2			50
80-85								1	1	1	2	4	5	3			18
85-											1	1	1	1			4
Razem	23	414	808	854	781	669	550	437	317	226	134	68	27	8	1		5317

regi te otrzymuje się z danej tablicy korelacji, sumując liczby zawarte w wierszach i w kolumnach.

Natomiast odwrotnie: z tych dwóch szeregów frekwencji nie da się zrekonstruować tablica korelacji.

Tablicę tę można z łatwością przekształcić na tablicę zawierającą frekwencje względne, t. j. stosunki liczb znajdujących się w tabelce do całkowitej liczby spostrzeżeń, w naszym wypadku do $N = 5,317000$.

Podajemy tu taką tabelkę II. dla idealnego schematu (urnowego, losowego) z następującego prostego zagadnienia rachunku prawdopodobieństwa. Rzucamy dwie kostki. Liczbę oczek, które można wyrzucić jedną kostką, uważamy za zmienną x ; a więc x może przybierać wartości: 1, 2, 3, 4, 5, 6, każdą z prawdopodobieństwem $\frac{1}{6}$. Za drugą zmienną y uważamy sumę oczek wyrzuconych na obydwu kostkach; ta druga zmienna może przybierać wartości 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. W odpowiednie kratki tej tablicy wpisaliśmy prawdopodobieństwa (czyli teoretyczne frekwencje), że x i y mają równocześnie wartości zanotowane w odpowiednim wierszu i kolumnie. W pustych miejscach należy się domyśleć wartości 0 dla odpowiedniego prawdopodobieństwa.

Tak np. liczba $\frac{1}{36}$ znajdująca się w kolumnie z napisem 3 a w wierszu z napisem 7 oznacza, że prawdopodobieństwo, aby na pierwszej kostce wypadły 3 oczka a na obu razem 7 oczek, jest $\frac{1}{36}$. Wtedy bowiem muszą wypaść na drugiej kostce 4 oczka, prawdopodobieństwo zaś, że na jednej kostce wypadną 3 a na drugiej 4 oczka, jest $\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$. Prawdopodobieństwa sumowe zawarte w ostatniej kolumnie podają, jakie jest prawdopodobieństwo wyrzucenia każdej poszczególnej sumy oczek bez względu na to, ile oczek wypadło na pierwszej kostce; tak np. liczba $\frac{5}{36}$ na końcu wiersza z napisem 8 oznacza, że prawdopodobieństwo wyrzucenia obydwoma kostkami sumy 8 wynosi $\frac{5}{36}$. Podobne znaczenie mają prawdopodobieństwa sumowe zawarte w końcowym wierszu. Budowa takiej s c h e m a -

tycznej, idealnej tabelki korelacji jest tak prawidłowa, że przy jej pomocy można będzie wyjaśnić w sposób zupełnie ścisły rozmaite za wile nieraz pojęcia statystyki dwóch zmiennych.

Tabela II.

$x \backslash y$	1	2	3	4	5	6	Razem
2	$\frac{1}{36}$						$\frac{1}{36}$
3	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$					$\frac{2}{36}$
4	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$				$\frac{3}{36}$
5	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$			$\frac{4}{36}$
6	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$		$\frac{5}{36}$
7	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{6}{36}$
8		$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{5}{36}$
9			$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{4}{36}$
10				$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{3}{36}$
11					$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{2}{36}$
12						$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$
Razem	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	1

Gdybyśmy faktycznie wykonywali wiele rzutów 2 kostkami i obliczyli empiryczne frekwencje otrzymania rozmaitych sum y przy rozmaitej liczbie oczek x pierwszej kostki, to otrzymalibyśmy niewątpliwie nieco odmienne frekwencje, różniące się jednak nieznacznie od tych teoretycznych prawdopodobieństw.

Otóż w statystyce praktycznej staramy się z danej tablicy korelacji wykryć, jaki był przypuszczalny schemat danego zjawiska statystycznego, jakiemu schematowi idealnemu, urnowemu odpowiadają obserwowane fakty. Do tego celu trzeba zbudować poprzednio różnorodnie takie schematy matematyczne i zbadać dokładnie ich własności teoretyczne. To jest naczelnym zadaniem statystyki matematycznej.

Ogólnie tablica korelacji ma postać następującą: dla jednej cechy x badamy wartości: x_1, x_2, \dots, x_r , dla drugiej zaś: y wartości: y_1, y_2, \dots, y_s .

Liczbę elementów danego zbioru, w których występuje wartość x_1 cechy x wraz z wartością y_1 cechy y nazwijmy n_{11} i podobnie dla innych kombinacji; są to frekwencje bezwzględne. Liczbę wszystkich obserwowanych elementów nazwijmy N . Liczbę wszystkich elementów, w których występuje wartość x_1 cechy x oznaczmy $n_{1.}$, a liczbę wszystkich elementów, w których występuje wartość y_1 cechy y oznaczmy $n_{.1}$ i podobnie dla innych wartości x i y . Wtedy tablica korelacji ma postać:

Tabela III.

	x_1	x_2	x_3	.....	x_r	
y_1	n_{11}	n_{21}	n_{31}	.....	n_{r1}	$n_{.1}$
y_2	n_{12}	n_{22}	n_{32}	.....	n_{r2}	$n_{.2}$
y_3	n_{13}	n_{23}	n_{33}	.....	n_{r3}	$n_{.3}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
y_s	n_{1s}	n_{2s}	n_{3s}	.....	n_{rs}	$n_{.s}$
	$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n_{.3}$	.....	$n_{.r}$	N

O ile jednak chodzi o stosowanie rachunku prawdopodobieństwa do statystyki, to dogodniej jest wypisywać zamiast fr. bezwzględnych n_{11}, \dots odpowiednie frekwencje względne, t. j. $\frac{n_{11}}{N}, \dots$; oznaczmy je p_{11}, \dots .

Wtedy tablica korelacji przyjmuje następującą postać:

Tabela IV.

	x_1	x_2	x_3	.....	x_r	
y_1	p_{11}	p_{21}	p_{31}	.....	p_{r1}	$p_{\cdot 1}$
y_2	p_{12}	p_{22}	p_{32}	.....	p_{r2}	$p_{\cdot 2}$
y_3	p_{13}	p_{23}	p_{33}	.....	p_{r3}	$p_{\cdot 3}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
y_s	p_{1s}	p_{2s}	p_{3s}	.....	p_{rs}	$p_{\cdot s}$
	$p_{1\cdot}$	$p_{2\cdot}$	$p_{3\cdot}$	.....	$p_{r\cdot}$	1

Tak np. liczba $p_{32} = \frac{n_{32}}{N}$, t. j. stosunek liczby n_{32} tych elementów, w których równocześnie $x=x_3$ a $y=y_2$, do liczby N wszystkich badanych elementów.

Liczba $p_{1\cdot}$ podaje prawdopodobieństwo całkowite, że cecha x ma wartość x_1 , to znaczy stosunek liczby tych wszystkich elementów, w których $x=x_1$, do ogólnej liczby wszystkich elementów. Zatem:

$$p_{1\cdot} = \frac{n_{11} + n_{12} + n_{13} + \dots + n_{1s}}{N} = p_{11} + p_{12} + p_{13} + \dots + p_{1s}.$$

Prawdopodobieństwo to równa się sumie wszystkich prawdopodobieństw zawartych w kolumnie z napisem x_1 . Podobne znaczenie ma liczba $p_{,1}$ dla $y = y_1$ i inne $p_2, p_{,2}, \dots$. Prócz tych prawdopodobieństw całkowitych ważne są w badaniach statystycznych także prawdopodobieństwa częściowe (czyli związane). Weźmy pod uwagę zbiór tylko tych elementów, w których cecha x ma wartość x_1 ; obliczmy, jakie jest prawdopodobieństwo, że w tym zbiorze wybranym cecha y ma wartość y_3 . Oznaczmy to prawdopodobieństwo $p_{,3}^{(1)}$ i nazwijmy je prawdopodobieństwem częściowym wartości y_3 przy założeniu, że cecha x ma wartość x_1 .

Widocznie:

$$p_{,3}^{(1)} = \frac{n_{13}}{n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1s}}$$

Dzieląc tu licznik i mianownik przez N otrzymamy:

$$p_{,3}^{(1)} = \frac{p_{13}}{p_{11} + p_{12} + \dots + p_{1s}}$$

czyli:

$$p_{,3}^{(1)} = \frac{p_{13}}{p_{1,}}$$

Ogólnie:

$$p_{,j}^{(i)} = \frac{p_{ij}}{p_{i,}} \dots \dots \dots (1)$$

To znaczy: *prawdopodobieństwo częściowe, że cecha y ma wartość y_j , gdy cecha x ma wartość x_i , oblicza się, dzieląc prawdopodobieństwo, że się obie wartości x_i, y_j schodzą, przez prawdopodobieństwo całkowite, że cecha x ma wartość x_i .*

Należy więc dokładnie odróżniać znaczenie p_{ij} od $p_{,j}^{(i)}$: pierwsze oblicza się dzieląc n_{ij} przez N , drugie zaś dzieląc n_{ij} tylko przez sumę liczb jednej kolumny z napisem x_i . Pierwsza liczba podaje, ile jest elementów, dla których $x = x_i$ a $y = y_j$ w stosunku do liczby wszystkich badanych elementów, a druga w stosunku do liczby tylko tych elementów, w których cecha x ma wartość x_i .

Pojęcia te mają podstawowe znaczenie dla całej statystyki dwóch zmiennych a w szczególności dla teorii korelacji. Wzoru (1) używa się bardzo często zwłaszcza w postaci:

$$p_{ij} = p_{i,} \cdot p_{,j}^{(i)} \dots \dots \dots (2)$$

i wypowiada się go tak:

prawdopodobieństwo, że zajdą dwa zdarzenia, równa się prawdopodobieństwu (całkowitemu) pierwszego zdarzenia pomnożonemu przez prawdopodobieństwo (częściowe) drugiego zdarzenia, obliczone przy założeniu, że pierwsze zdarzenie już zaszło.

Do graficznego przedstawienia tablic dwóch zmiennych używa się trzech prostopadłych osi współrzędnych w przestrzeni, podobnie jak przy przedstawieniu szeregu statystycznego jednej zmiennej używaliśmy układu dwóch osi współrzędnych. Gdy zmienne x, y przebiegają w sposób ciągły, to otrzymujemy w ten sposób powierzchnie frekwencji, podobnie jak w statystyce jednej zmiennej mieliśmy do czynienia z linjami frekwencji; wtedy jednak zamiast samych prawdopodobieństw (frekwencji) p_{ij} wykreślamy tak zwane gęstości prawdopodobieństw, jak to jeszcze w dalszym ciągu wyjaśnimy.

Zupełnie podobne tablice frekwencji bezwzgl. i względnych dwóch zmiennych można układać, gdy cechy x, y zmieniają się nie ilościowo, lecz jakościowo. Wtedy trzeba poszczególne wyróżnione stany każdej cechy uszeregować w jakiś sposób i ponazywać je. Tak np., gdy badamy związek barwy oczu z barwą włosów u ludzi, to możemy oznaczyć znakiem x_1 oczy niebieskie, x_2 piwne, x_3 czarne itp., a włosy blond y_1 , rude y_2 , czarne y_3 itp. Pozatem sporządza się taką tablicę zupełnie tak samo, jak w statystyce cech zmieniających się ilościowo. Podajemy poniżej przykład takiej jakościowej tablicy¹⁾:

Tabela V.

Barwa włosów i oczu u 6800 mężczyzn w Badeniu.

Barwa o c z u	Barwa włosów				Razem
	Blondyni	Szatyni	Bruneci	Rudzi	
Niebieskie	1768	807	189	47	2811
Szare lub zielone	946	1387	746	53	3132
Piwne	115	438	288	16	857
Razem	2829	2632	1223	116	6800

¹⁾ Por. U. Yule. l. c. str. 75.

W tem specjalnem zagadnieniu możnaby stworzyć poniekąd racjonalne ilościowe stopniowanie cech, badając np. procent pigmentu w oczach i włosach. Są jednak także takie zagadnienia statystyki cech jakościowych, które nie dopuszczają żadnego ilościowego stopniowania cech, np. gdy się bada związek narodowości z wyznaniem religijnem. Można wprawdzie uszeregować wszystkie badane narodowości x w szereg x_1, x_2, \dots, x_r , a wszystkie wyznania religijne w drugi szereg y_1, y_2, \dots, y_s , lecz niema żadnego sensu przypisywanie tym znaczkom jakichś wartości liczbowych. Nie można np. powiedzieć, że jedno wyznanie religijne jest dwa razy większe od innego wyznania.

Tablice takie nie są fikcją, lecz występują naprawdę dość często w statystyce. Tak np. w „Kwartalniku statystycznym“ z r. 1929 (w T. VI. Zesz. 2) znajdujemy na str. 1078—1087 podobne tablice, podające statystykę zgonów według wyznania religijnego i przyczyny zgonu.

Tablice statystyczne takich dwóch zmiennych x i y , wykazujących tylko różnice jakościowe obu cech (lub jednej cechy), nazywamy tablicami kontyngencji w odróżnieniu od tablic korelacji, podających ilościowe cechy. Dla takich tablic kontyngencji przedstawienie graficzne nie ma już oczywiście takiego znaczenia, jak dla tablic korelacji: polega tu ono zawsze na sztucznem stopniowaniu cech, dowolnem, zależnem od punktu widzenia poszczególnego badacza. Zmiana porządku w uszeregowaniu cech x, y może zupełnie zmienić charakter obrazu graficznego i wszystkie wnioski, jakie z takiego obrazu zwykliśmy wysnuwać. Widzimy stąd, że metody badania tablic korelacji będą zupełnie odmienne od metod badania tablic kontyngencji. Wszystkie metody badań tablic kontyngencji dadzą się wprawdzie stosować do tablic korelacji, ale nie odwrotnie: w teorii korelacji można posługiwać się takimi dokładniejszymi metodami rachunkowymi, które się nie dadzą zastosować do tablic kontyngencji. Pomijanie tej istotnej różnicy, popolite u statystyków, obniża wartość ich pracy i wartość wyników zdobytych mozolnym nieraz rachunkiem. Jeżeli jakies zagadnienie z natury swej dostarcza tylko materiału sklasyfikowanego jakościowo a pożądane są badania w duchu teorii korelacji, to stwarzając sztuczne uszeregowanie i stopniowanie

liczbowe, powinien sobie statystyk dobrze zdawać sprawę z tego, że wyniki jego są czemś tymczasowem, arbitralnem, subiektywnem i nie powinien zawiele budować na tych iluzorycznych wynikach. Korelacja cech ilościowych jest ściśle matematycznym zadaniem statystyki matematycznej; stosowanie zaś metod korelacji do tablic kontyngencji — zamiast swoistych, ścisłych metod kontyngencyjnych, operujących tylko prawdopodobieństwami a nie samymi wartościami liczbowymi cech — jest zawsze szukaniem drogi po omacku, jest oparte na hipotezach nie zawsze dostatecznie uzasadnionych, zabarwionych subiektywną oceną badacza.

§ 2. Różne rodzaje zależności pomiędzy zmiennymi w statystyce.¹⁾

Zasadniczym problemem statystyki dwóch zmiennych jest badanie, czy między dwiema cechami zachodzi jakiś związek, jakaś zależność i czy ten związek jest bardziej, czy też mniej ścisły. Zarówno samo pojęcie „zależności“, jak i „ściśłości“ tej zależności, jasne na pozór intuicyjnie, sprawiają jednak niemało trudności pod względem logicznym; to też nie łatwo było ująć te badania w formę matematycznej dedukcji. Od 30 lat ustalają się te pojęcia coraz bardziej, jednakowoż zdaje się, że ten proces krystalizacji jeszcze się nie ukończył. Dowodzi tego fakt, że nawet w najlepszych społecznych podręcznikach statystyki matematycznej spotyka się tu jeszcze wiele niedokładności, wiele mylnych sądów o tych subtelnym a podstawowych dla całego zagadnienia kwestjach. U statystyków zaś praktycznych spotykamy notorycznie nieznaną nowocześniejszych pojęć zależności, używanych w statystyce a w najlepszym razie gruntowne pomieszanie tych pojęć. Toteż przy opracowaniu tej części postawiłem sobie jako naczelną zadanie: jak najczystsze wypreparowanie tych podstawowych pojęć statystyki dwóch zmiennych i podanie ich szerszemu ogółowi przyrodników, psychologów, fizyków i statystyków do wiadomości w jak najprzystępniejszej formie.

¹⁾ Główne myśli zawarte w tym rozdziale ogłosiłem w czasopiśmie: *Giornale dell' Istituto Italiano degli Attuari*, (T. I. Nr. 1. 1930 lipiec) w artykule p. t. „Sulla necessità di distinguere due generi di dipendenza nella statistica a due variabili“.

Nadzwyczaj pożytecznym — jakkolwiek jeszcze niezupełnie doskonałym — przewodnikiem w tej pracy był dla mnie podręcznik Czuprowa, p. t. A. Tschuprow. „Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie“. (Lipsk, Teubner, 1925). Rok ukazania się tej książki uważam za początek nowej ery w statystyce matematycznej. Natomiast ujęcie tych kwestyj przez badaczy, reprezentujących szkołę Pearsona, którzy są co prawda twórcami nowoczesnych metod statystycznych dla dwóch zmiennych, jest dość niejasne.

W statystyce matematycznej występują trzy rodzaje zależności i niezależności, a nie dwa, jak się ogólnie sądzi i tu tkwi ogólne źródło nieporozumień. Rozróżniamy mianowicie zależność funkcyjną, stochastyczną i korelacyjną. Dokładne, zdecydowane odróżnianie zależności stochastycznej od korelacyjnej, jest, jak to zobaczymy, kamieniem węgielnym całej racjonalnej statystyki dwóch zmiennych. Czuprow różni wprawdzie te pojęcia dość wyraźnie, jednakże nie akcentuje dobitnie niezmiernej doniosłości tego odróżniania.

A. Zależność i niezależność funkcyjna dwóch zmiennych.

Niechaj zmienna x przybiera wartości x_1, x_2, \dots, x_r . Jeżeli każdej z tych wartości przyporządkujemy jakąś liczbę $y=f(x)$, to $f(x)$ nazywamy jednoznaczną funkcją zmiennej x . Jeżeli każdej z uważanych wartości x przyporządkujemy tę samą liczbę y , to można będzie powiedzieć, że wartość y funkcji $f(x)$ nie zależy od wartości zmiennej x lub, że jest stałą. Obrazem graficznym takiego związku funkcyjnego są punkty leżące na prostej równoległej do osi x -ów w układzie dwóch osi współrzędnych. Jeżeli zaś wartościom x odpowiadają rozmaite wartości funkcji y , to mówimy, że y zależy od x . Obrazem graficznym takiej zależności są punkty leżące na jakiejś linii różnej od równoległej do osi x -ów. Utarł się niewłaściwy sposób wyrażania się, że zmienna y jest niezależna od zmiennej x w pierwszym przypadku a zależna w drugim. W drugim przypadku można istotnie mówić o zmiennej y zależnej od x , w pierwszym jednak przypadku y nie jest zmienne, ma bowiem stałą wartość dla wszystkich x .

Można rozważać także takie przypadki, gdy jednej wartości zmiennej x odpowiada nie jedna, lecz więcej war-

tości y . Wtedy y nazywamy wieloznaczną funkcją zmiennej x .

Rozróżniamy zatem w klasycznej analizie matematycznej trzy przypadki związku między y i x : 1. albo y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x i nie zależy od x , 2. albo y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x i zależy od x , 3. albo y jest wieloznaczną funkcją zmiennej x i w tym ostatnim przypadku nie będziemy używali w matematyce ani określenia „zależy“ ani też określenia „nie zależy“.

Uwaga: W niektórych rozważaniach matematyki klasycznej używa się ponadto pojęcia tak zwanej lokalnej niezależności, nie będziemy tu jednak tej kwestji rozwijać, by nie zaciemniać zasadniczego toku rozważań.

Nadmienię jeszcze tylko, że niektórzy matematycy uważają słusznie terminy „zależność“ i „niezależność“ za zbędny przeżytek w matematyce, albowiem zawsze można te terminy w dość prosty sposób wyrazić za pomocą terminów: „funkcja“, „zmienna“, „stała“ itp.).

Te trzy przypadki można zilustrować następującymi prostymi tabelkami:

Tabela VI a. Tabela VI b. Tabela VI c. Tabela VI d.

x	x_1	x_2	x_3		x_1	x_2	x_3		x_1	x_2	x_3	x_4		x_1	x_2	x_3	
y	5	5	5		y_1	.			y_1	.				y_1	.	.	.
					y_2		.		y_2		.			y_2	.	.	.
					y_3		.		y_3	.		.		y_3	.	.	.

W tabelce VI a mamy jednoznaczną funkcję zmiennej x , przyczem y nie jest zależne od x . W tabelkach VI b i VI c y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x i y jest zależne od x . Kropki wskazują, która wartość y odpowiada danej wartości x ; np. kropka w tabelce VI b w kolumnie z napisem x_2 oznacza, że wartości x_2 odpowiada czyli jest przyporządkowana wartość y_3 . W tabelce VI b zarówno y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x jak i naodwrot: x jest jednoznaczną funkcją zmiennej y . Natomiast w tabelce VI c wprawdzie y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x ale odwrotnie x jest wieloznaczną funkcją zmiennej y , bo wartości y_3 odpowiadają dwie różne wartości x_2 i x_4 . W tabelce VI d zarówno y jest wieloznaczną funkcją

zmiennej x jak i x jest wieloznaczną funkcją zmiennej y , nie będziemy tu więc mówili wcale ani o zależności ani o niezależności funkcyjnej w sensie matematycznym.

B. Zależność i niezależność stochastyczna dwóch zmiennych.

W rachunku prawdopodobieństwa i w statystyce wprowadzono drugie pojęcie zależności i niezależności, które dla odróżnienia nazywamy zależnością lub niezależnością w sensie rachunku prawdopodobieństwa lub zależnością czy też niezależnością stochastyczną (nazwa ta pochodzi od greckiego słowa: *στοχάζεσθαι* = przypuszczać; używał jej już J. Bernoulli w r. 1713 a systematycznie używają jej w statystyce L. Bortkiewicz, A. Czuprow, Slutsky).

Pojęcie zależności i niezależności zmiennych x i y w sensie funkcyjnym odnosiło się do funkcji $y = f(x)$ jednej zmiennej x . Nowe zaś pojęcie zależności i niezależności x i y w sensie rachunku prawdopodobieństwa czyli stochastycznej odnosi się do funkcji $z = f(x, y)$ dwóch zmiennych x, y . Aby więc można mówić o tym nowym rodzaju zależności i niezależności, trzeba najpierw określić funkcję z dwóch zmiennych x, y , to znaczy, trzeba parom (x, y) przyporządkować jakieś wartości z . Takie przyporządkowanie dają nam właśnie tablice korelacji i kontyngencji. Tak np. w tabeli III wartością z należącą do (x_3, y_2) jest n_{32} , w tablicy zaś IV p_{32} i t. p. W naszych zaś tabelkach VI b, c, d trzeba by kropki zastąpić dowolnymi liczbami. Weźmyż pod uwagę jakąś bardzo prostą tabelkę¹⁾ korelacji otrzymaną z tabelki VI d, np.:

Tabela VII.

	x_1	x_2	x_3
y_1	2	1	3
y_2	4	5	1
y_3	1	3	2

¹⁾ Posługiwanie się takimi nadzwyczaj prostymi tabelkami schematycznymi — zamiast tablic otrzymanych z faktycznych obserwacji — uważam ze względów dydaktycznych za bardzo pożyteczne.

$x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3$ mogą tu przedstawiać liczby (wtedy jest to tabela korelacji) lub znaki jakościowych odróżnień (wtedy jest to tabela kontyngencji); dla dalszego toku rozumowania w tym § jest to obojętne.

Obliczmy teraz z tej tabelki prawdopodobieństwo częściowe wartości y , przy różnych wartościach zmiennej x . Dla $x = x_1$ otrzymamy na to prawdopodobieństwo częściowe: $p_{,1}^{(1)}$ wartość, dzieląc liczbę 2 przez sumę liczb zawartych w kolumnie z napisem x_1 , a więc:

$$p_{,1}^{(1)} = \frac{2}{2 + 4 + 1} = \frac{2}{7}$$

Prawdopodobieństwo częściowe tej samej wartości y_1 , gdy $x = x_2$, jest:

$$p_{,1}^{(2)} = \frac{1}{1 + 5 + 3} = \frac{1}{9}$$

Podobnie:

$$p_{,1}^{(3)} = \frac{3}{3 + 1 + 2} = \frac{1}{2}$$

Widzimy stąd, że prawdopodobieństwo częściowe wartości y_1 zależy tu od wartości x , przyjmuje bowiem różne wartości dla różnych x .

Fakt ten wyrażamy mówiąc, że zmienna y jest zależna od zmiennej x w sensie rachunku prawdopodobieństwa, czyli że zmienna y jest stochastycznie zależna od zmiennej x .

Zamiast mówić, że zmienna y jest tu zależna od zmiennej x , powinnyby się mówić ściśle: prawdopodobieństwo częściowe jakiejś wartości zmiennej jest zależne od zmiennej x ; wtedy uniknęłoby się wielu nieporozumień i nie trzebaby wprowadzać nowego terminu: stochastyczna zależność lub niezależność. Jednakże ten mniej dokładny sposób mówienia jest już tak utarty i rozpowszechniony w literaturze, że musimy go zachować. Nie powinno się jednak nigdy opuszczać dodatku: „stochastycznie“ zależne lub niezależne, są bowiem jeszcze dwa inne rodzaje zależności.

Jeżeli prawdopodobieństwo częściowe każdej wartości zmiennej y jest niezależne od zmiennej x , t. j. stałe przy każdym x , to zmienna y jest niezależna stochastycznie od zmiennej x ; w przeciwnym razie, jeżeliby się chociaż dla jednej wartości y zmieniało prawdopodobieństwo częściowe ze zmianą x , to zmienna y byłaby stochastycznie zależna od zmiennej x .

Tabela VIII podaje przykład zmiennej y niezależnej stochastycznie od zmiennej x :

Tabela VIII.

	x_1	x_2	x_3
y_1	1	2	1
y_2	2	4	2
y_3	1	2	1

Istotnie tutaj: $p_{,1}^{(1)} = \frac{1}{1+2+1} = \frac{1}{4}$, $p_{,1}^{(2)} = \frac{2}{2+4+2} = \frac{1}{4}$, a tak samo $p_{,1}^{(3)} = \frac{1}{4}$, to znaczy, że pr. częściowe wartości y_1 jest takie samo przy każdym x .

Podobnie $p_{,2}^{(1)} = \frac{2}{1+2+1} = \frac{1}{2}$, $p_{,2}^{(2)} = \frac{4}{2+4+2} = \frac{1}{2}$ i $p_{,2}^{(3)} = \frac{1}{2}$, a więc pr. częściowe wartości y_2 ; jakkolwiek jest już inne, aniżeli wartości y_1 , to jednak niezależnie od wartości x ma stałe wartość $\frac{1}{2}$. Widać odrazu, że ta stałość zachowa się też dla pr. wartości y_3 . Porównując tę tabelkę z tabelką VII i VI d widzimy, że dopiero wprowadzenie trzeciej zmiennej z (przez wypełnienie kratek liczbami) nadaje sens definicji zależności i niezależności stochastycznej i dopiero wartości tej trzeciej zmiennej rozstrzygają, czy istnieje zależność czy też niezależność stochastyczna.

Aby istniała niezależność stochastyczna, nie musi być tabelka zbudowana tak symetrycznie, jak Tab. VIII. Łatwo np. stwierdzić, że w niesymetrycznej Tab. IX mamy niezależność stochastyczną:

Tabela IX.

	x_1	x_2	x_3	x_4
y_1	1	2	3	1
y_2	2	4	6	2
y_3	5	10	15	5

Skrajnym przeciwieństwem niezależności stochastycznej jest zwyczajna jednoznaczna zależność funkcyjna, t. j. gdy jednej wartości x odpowiada zawsze jedna wartość y i odwrotnie. Np. zastąpmy kropki w tabelce VI b dowolnymi liczbami, np.:

Tabela X.

	x_1	x_2	x_3	
y_1	5			
y_2			7	
y_3		2		

to y jest jednoznaczną funkcją x a x jednoznaczną funkcją y . Jest to najściślejsza zależność stochastyczna.

Gdybyśmy zaś np. w tabelce VI c zastąpili kropki dowolnymi liczbami, to zależność stochastyczna będzie już luźniejsza; jakkolwiek bowiem y jest wtedy jednoznaczną funkcją zmiennej x , to odwrotnie x nie jest jednoznaczną funkcją zmiennej y .

Ogólnie, gdy x przybiera r wartości x_1, x_2, \dots, x_r , a y s wartości y_1, y_2, \dots, y_s , to konieczne i dostateczne warunki niezależności stochastycznej wyrażają się wzorami:

$$\left. \begin{aligned} p_{,1}^{(1)} = p_{,1}^{(2)} = p_{,1}^{(3)} = \dots = p_{,1}^{(r)} \\ p_{,2}^{(1)} = p_{,2}^{(2)} = p_{,2}^{(3)} = \dots = p_{,2}^{(r)} \\ \dots \\ p_{,s}^{(1)} = p_{,s}^{(2)} = p_{,s}^{(3)} = \dots = p_{,s}^{(r)} \end{aligned} \right\} \dots \quad (3)$$

Mamy tu zatem $(r-1) \cdot s$ warunków.

Opierając się na tej definicji i na wzorze (1) str. 173 możemy okazać, że w razie niezależności stochastycznej prawdopodobieństwo częściowe każdej wartości y jest równe prawdopodobieństwu całkowitemu tej wartości, tj. że np. $p_{,1}^{(1)} = p_{,1}$ a ogólnie: $p_{,j}^{(1)} = p_{,j}$ (4)

Dowód: Zastąpmy liczby zawarte w pierwszym wierszu wzorów (3) ich wartościami podanymi przez wzory (1). Otrzymamy

$$p_{,1}^{(1)} = \frac{p_{11}}{p_1} = \frac{p_{21}}{p_2} = \frac{p_{31}}{p_3} = \dots = \frac{p_{r1}}{p_r}$$

Stosując tu twierdzenie sumowe o proporcjach, otrzymamy

$$p_{,1}^{(1)} = \frac{p_{11} + p_{21} + p_{31} + \dots + p_{r1}}{p_{1.} + p_{2.} + p_{3.} + \dots + p_{r.}}$$

a stąd według tabelki IV na str. 172 otrzymujemy: $p_{,1}^{(1)} = \frac{p_{,1}}{1}$ zatem także $p_{,1}^{(2)} = p_{,1}$ i t. d.

Przypatrzwszy się dokładnie tabeli VIII lub IX, w których y jest stochastycznie niezależne od x , spostrzeżemy, że także odwrotnie: x jest stochastycznie niezależne od y . Sprawdźmy to np. w tabelce IX. Trzeba w tym celu obliczać najpierw pr. częściowe x_1 przy różnych wartościach y . Otóż $p_{1,1}^{(1)} = \frac{1}{1+2+3+1} = \frac{1}{7}$, $p_{1,2}^{(2)} = \frac{2}{2+4+6+2} = \frac{1}{7}$ i $p_{1,3}^{(3)} = \frac{5}{5+10+15+5} = \frac{1}{7}$. Tak samo dla $x = x_2$ jest $p_{2,1}^{(1)} = \frac{2}{7} = p_{2,2}^{(2)} = p_{2,3}^{(3)}$ i podobnie $p_{3,1}^{(1)} = \frac{3}{7} = p_{3,2}^{(2)} = p_{3,3}^{(3)}$ wreszcie $p_{4,1}^{(1)} = \frac{1}{7} = p_{4,2}^{(2)} = p_{4,3}^{(3)}$.

Takie zachowanie się zmiennych stochastycznie niezależnych nie jest wyjątkiem, lecz prawem ogólnem, a mianowicie: *niezależność stochastyczna dwóch zmiennych x, y jest zawsze własnością wzajemną.*

Dowód: Widzieliśmy, że, gdy y jest stochastycznie niezależne od x , to według wzoru (4) jest: $p_{ij}^{(i)} = p_{,j}$ czyli na podstawie wzorów (1):

$$\frac{p_{ij}}{p_{i.}} = p_{,j} \quad \dots \quad (5)$$

Stąd zaś wynika $\frac{p_{ij}}{p_{,j}} = p_{i.}$, czyli $p_{i.}^{(j)} = p_{i.}$, a to znaczy, że dla zmiennej x spełniają się w odniesieniu do zmiennej y takie same warunki, jak (3); to zaś dowodzi, że także x jest stochastycznie niezależne od y .

Opierając się na wzorach (5) można zamiast warunków (3) otrzymać inne bardzo proste charakterystyczne warunki niezależności stochastycznej, najpospoliciej używane w rachunku prawdopodobieństwa. Z wzorów (5) wynika mianowicie, że:

$$p_{ij} = p_{i.} \cdot p_{,j} \quad \dots \quad (6)$$

Także odwrotnie, gdy się spełniają te warunki (6) dla każdego $i = 1, 2, \dots, r$ a $j = 1, 2, \dots, s$, to spełniają się też warunki (5), a to dowodzi stochastycznej niezależności. To znaczy: koniecznym i dostatecznym warunkiem niezależności stochastycznej jest, aby prawdopodobieństwo równoczesnego zachodzenia $x = x_i$ i $y = y_j$ równało się prawdopodobieństwu (całkowitemu) zachodzenia $x = x_i$ pomnożonemu przez prawdopodobieństwo (całkowite) zachodzenia $y = y_j$ i to przy każdym i, j .

Jeżeli zmienne x, y są stochastycznie niezależne, to łatwo to odczytać z tablicy korelacji, zawierającej frekwencje względne (t. j. z tablicy typu IV): każda liczba p_{ij} zawarta w dowolnej kratce musi być wtedy iloczynem liczby umieszczonej na końcu wiersza zawierającego p_{ij} i liczby umieszczonej na końcu kolumny zawierającej p_{ij} .

By wykazać na obrazie graficznym niezależność stochastyczną, należałoby najpierw przekształcić powierzchnię frekwencji na powierzchnię prawdopodobieństw częściowych zmiennej y . Przez to podwyższyłoby się wszystkie rzędne powierzchni frekwencji (bo dzieli się każde p_{ij} przez ułamek $p_{i.}$ lub $p_{.j}$). Po tem przekształceniu powierzchnia powinna się składać z samych prostych równoległych do osi x -ów; byłyby to więc powierzchnia walcowa o tworzących równoległych do osi x -ów. Gdybyśmy zaś użyli prawdopodobieństw częściowych zmiennej x , to otrzymalibyśmy w podobny sposób z pierwszej powierzchni frekwencji powierzchnię walcową o tworzących równoległych do osi y -ów.

Kończąc te uwagi o zależności stochastycznej stwierdzimy raz jeszcze, że nie wchodziły tu w grę same wartości zmiennych x, y , lecz tylko ich prawdopodobieństwa.

Wobec tego wszystkie te rozważania stosują się zarówno do statystyki cech ilościowych (do tablic korelacji), jak i do statystyki cech jakościowych (do tablic kontyngencji). Chcąc zaś przy badaniach brać pod uwagę także ilościowe różnice badanych cech, należy wprowadzić jeszcze trzeci rodzaj zależności (obok funkcyjnej i stochastycznej) a mianowicie zależność i niezależność korelacyjną, do której przystąpimy obecnie.

C. Zależność i niezależność korelacyjna dwóch zmiennych.

Zmieńmy w tabeli VIII jedną tylko liczbę, np. zastąpmy liczbę 4 odpowiadającą parze (x_2, y_2) liczbą 2. Cechom zaś x i y nadajmy wartości wzrastające o równe liczby. Np. niechaj $x_1 = a$, $x_2 = a + d$, $x_3 = a + 2d$ a $y_1 = b$, $y_2 = b + \delta$, $y_3 = b + 2\delta$. Otrzymamy w ten sposób tabelę XI bardzo podobną do ta-

Tabela XI.

	x_1	x_2	x_3
y_1	1	2	1
y_2	2	2	2
y_3	1	2	1

beli VIII, zbudowaną także symetrycznie, ale teraz zmienne x, y są już zależne stochastycznie. Tak np. prawdopodobieństwo częściowe wartości $y = y_1$, gdy $x = x_1$, jest $p_{,1}^{(1)} = \frac{1}{4}$, podczas gdy prawdopodobieństwo częściowe tej samej wartości $y = y_1$, gdy $x = x_2$, jest już inne, a mianowicie $p_{,1}^{(2)} = \frac{2}{2+2+2} = \frac{1}{3}$. A więc $p_{,1}^{(1)}$ nie równa się $p_{,1}^{(2)}$ a to znaczy, że y jest stochastycznie zależne od x .

Zbadajmy teraz nie prawdopodobieństwo częściowe każdej wartości y z osobna, lecz średnie arytmetyczne ważone czyli nadzieje matematyczne wszystkich wartości y przy różnych wartościach x . Nazwijmy je średnimi częściowymi czyli związanymi.

Tak np. średnią częściową wszystkich wartości y przy $x = x_1$ jest:

$$M_1 = \frac{1 \cdot y_1 + 2 \cdot y_2 + 1 \cdot y_3}{1 + 2 + 1}$$

czyli:

$$M_1 = \frac{b + 2(b + \delta) + b + 2\delta}{4} = b + \delta = y_2.$$

Podobnie średnia częściowa y -ów przy $x = x_2$ ma wartość:

$$M_2 = \frac{2y_1 + 2y_2 + 2y_3}{2 + 2 + 2} = b + \delta = y_2.$$

Tak samo dla $x = x_3$ otrzymujemy:

$$M_3 = y_2.$$

Zatem w tej tabeli średnia (związana) częściowa zmiennej y nie zależy od wartości zmiennej x , ma tę samą wartość przy każdym x . Mówimy wtedy, że nie zachodzi korelacja zmiennej y względem zmiennej x , lub że y jest bez korelacji z x , lub że zmienna y jest korelacyjnie niezależna od zmiennej x . Jeżeli zaś średnia (związana) częściowa zmiennej y zmienia się wraz ze zmianą x , to mówimy, że zmienna y jest w korelacji ze zmienną x lub, że jest korelacyjnie zależna od zmiennej x .

Podobnie bada się odwrotny związek: zmiennej x ze zmienną y . Tworzy się częściowe średnie wszystkich wartości zmiennej x dla rozmaitych ustalonych y . Oznaczmy je symbolami $M_{,1} M_{,2} \dots$. Dla tabelki XI widocznym jest — z powodu symetrii — że także te trzy średnie są tutaj sobie równe:

$$M_{,1} = M_{,2} = M_{,3} = x_2$$

np.

$$M_{,3} = \frac{1 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 + 1 \cdot x_1}{1 + 2 + 1} = \frac{a + 2(a+d) + a + 2d}{4} = a + d = x_2.$$

W tym więc specjalnym przykładzie zarówno zmienna y jest korelacyjnie niezależna od zmiennej x , jak i odwrotnie: zmienna x jest bez korelacji z y ¹⁾ (jakkolwiek te zmienne są stochastycznie zależne). Zdarza się to jednak zupełnie wyjątkowo. W ogólności taka niezależność korelacyjna jest nieodwracalna, to znaczy: chociaż zmienna y jest bez korelacji ze zmienną x , to mimo to zmienna x może być w korelacji ze zmienną y . Odrazu przekona nas o tem przykład zawarty w tabeli XII.

Widzimy tu odrazu, że średnie częściowe x -ów są przy każdym y jednakowe, a mianowicie wynoszą dla każdego wiersza x_2 . Zatem x jest bez korelacji z y . Natomiast średnie

¹⁾ Mylna jest wobec tego np. następująca uwaga zawarta w znakomitym zresztą podręczniku W. Johannsena p. t. Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik (Jena 1913): „Wo eine gegenseitige Abhängigkeit (nb. stochastische, przyp. mój) in der Variation zweier Grössen vorhanden ist, liegt Korrelation vor.“ (p. 94).

Tabela XII.

	x_1	x_2	x_3
y_1	3	2	3
y_2	2	4	2
y_3	1	2	1

częściowe y -ów nie są już równe dla każdego x ; tak np. dla $x = x_1$ mamy:

$$M_1 = \frac{3y_1 + 2y_2 + 1y_3}{3 + 2 + 1} = \frac{3b + 2(b + \delta) + b + 2\delta}{6} = b + \frac{2}{3}\delta$$

Tymczasem dla $x = x_2$ średnią częściową y -ów jest:

$$M_2 = \frac{2y_1 + 4y_2 + 2y_3}{2 + 4 + 2} = \frac{2b + 4(b + \delta) + 2(b + 2\delta)}{8} = b + \delta$$

a więc różna od średniej częściowej y -ów dla $x = x_1$. Zatem tutaj y jest w korelacji z x , jakkolwiek x nie jest w korelacji z y .

Nie należy sądzić, aby koniecznym warunkiem braku korelacji była symetryczna budowa tabelki¹⁾. Tak np. łatwo możemy stwierdzić przy pomocy tabeli XIII, że x jest bez korelacji z y , jakkolwiek widoczna jest asymetria już odrazu w pierwszym wierszu.

Tabela XIII.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
y_1	1	1	2	3	0
y_2	2	4	6	4	2
y_3	4	8	12	8	4

¹⁾ Mimo to nawet w podręczniku Ch. Jordana (Statistique mathématique. Paris 1927), stojącym na wysokim poziomie naukowym, znajdujemy następujące błędne powiedzenie: „on ne peut conclure de ce faits (t. j. z braku korelacji v względem u) que les répartitions de u et de v sont indépendantes, mais simplement que les points u, v sont symétriques par rapport à l'axe des u “ (p. 305).

Średnie x -ów są tu widocznie $M_2 = M_3 = x_3$; dla $y = y_1$ średnia x -ów jest:

$$M_{,1} = \frac{1 \cdot a + 1 \cdot (a+d) + 2 \cdot (a+2d) + 3 \cdot (a+3d) + 0 \cdot (a+4d)}{1 + 1 + 2 + 3 + 0} = \\ = \frac{7a + 14d}{7} = a + 2d = x_3.$$

Widzimy stąd, że wszystkie trzy średnie x -ów są równe, więc x jest bez korelacji z y .

Proste przykłady urnowe (losowe) na to, że brak korelacji nie pociąga za sobą niezależności stochastycznej i na to, że brak korelacji y z x nie musi pociągać za sobą braku korelacji x z y , znajdzie czytelnik w cytowanej już książce Czuprowa (str. 33—35).

Gdy zmienna x przybiera wartości x_1, x_2, \dots, x_r , a zmienna y wartości y_1, y_2, \dots, y_s (jak w Tabeli III lub IV), to warunki niezależności korelacyjnej zmiennej y od x wyrażają się wzorami:

$$M_{1,} = M_{2,} = \dots = M_{r,} \quad (7)$$

a warunki niezależności korelacyjnej zmiennej x od zmiennej y wzorami:

$$M_{,1} = M_{,2} = \dots = M_{,s} \quad (8)$$

Jeżeli średnie częściowe y -ów są równe przy każdym x to w obrazie graficznym przedstawi się to tak: na każdej prostopadłej do osi x -ów w płaszczyźnie (X, Y) odcinamy odpowiednią rzędną, równą średniej częściowej y -ów; końce tych odcinków leżą wtedy na jednej prostej równoległej do osi x -ów. Ta prosta nazywa się **linją regresji**¹⁾ zmiennej y względem zmiennej x . Jeżeli zaś y jest w korelacji z x , to średnie M_i nie leżą na jednej linii prostej równoległej do osi x -ów lecz na jakiejś innej linii prostej lub krzywej, zwanej także linją regresji zmiennej y względem zmiennej x . Dokładną definicję linii regresji można podać tylko wtedy, gdy zmienne x i y

¹⁾ Nazwa ta wprowadzona przez Galtona przy badaniu dziedziczenia cech oznaczała pierwotnie cofanie się; według Galtona, gdy pewna cecha rodziców odbiega znacznie od wartości typowej, to u dzieci to odchylenie przeciętnie (średnio) zmniejsza się, cofa się ku typowi pierwotnemu. Dzisiaj słowo: „regresja“ nie przypisujemy już takiego znaczenia, a uważamy je jedynie za dogodny termin techniczny.

zmieniają się w sposób ciągły: tutaj należałoby mówić tylko o rozrzuconym zbiorze punktów regresji. Między wartościami M_i , średniej częściowej y -ów a zmienną x zachodzi więc zwyczajny, jednoznaczny związek funkcyjny:

$$M_x = F(x)$$

którego graficznym obrazem są punkty leżące na linii regresji. Prosta prostopadła do osi x -ów przecina tę linię zawsze tylko w jednym punkcie.

Podobnie określa się linię regresji zmiennej x względem zmiennej y : jest to miejsce geometryczne punktów, przedstawiających średnie x -ów przy każdym y . Nazwijmy taką średnią x -ów przy danem y znakiem $M_{.y}$, to równanie linii regresji zmiennej x względem zmiennej y ma postać:

$$M_{.y} = G(y).$$

Jeżeli x jest bez korelacji z y , to ta druga linia regresji jest prostą równoległą do osi y -ów; w przeciwnym razie jest ona jakąś inną linią, lecz zawsze taką, że każda prosta prostopadła do osi y -ów przecina ją tylko w jednym punkcie.

Te dwie linie regresji: zmiennej y względem x i zmiennej x względem y są z reguły odmienne, a tylko w zupełnie wyjątkowych przypadkach mogą się nakrywać, o czym jeszcze osobno mówić będziemy.

Polecamy czytelnikowi dla ćwiczenia obliczyć położenie poszczególnych punktów linii regresji dla tabeli I, przyjmując jako wartości zmiennych x i y zawsze środki przedziałów klasowych (np. zamiast 30—35 należy brać 32.5 i t. p.); wykreślając te punkty w układzie współrzędnych otrzyma się dwa szeregi punktów leżących w przybliżeniu na dwóch oddzielnych liniach prostych (por. Yule l. c. str. 204).

Bardzo łatwo możemy otrzymać linie regresji z schematu urnowego zilustrowanego tabelą II (str. 170). Obliczając średnie częściowe y -ów otrzymamy:

$$M_1 = \frac{\frac{1}{36} \cdot 2 + \frac{1}{36} \cdot 3 + \frac{1}{36} \cdot 4 + \frac{1}{36} \cdot 5 + \frac{1}{36} \cdot 6 + \frac{1}{36} \cdot 7}{\frac{1}{36} + \frac{1}{36} + \frac{1}{36} + \frac{1}{36} + \frac{1}{36} + \frac{1}{36}} = 4.5$$

$$M_2 = 5.5$$

ogólnie:

$$M_x = 3.5 + x$$

jak łatwo sprawdzić zarówno bezpośrednim rachunkiem, jak i z obliczenia teoretycznego nadziei matematycznej sumy dwóch zmiennych (a mianowicie zmiennej x i drugiej pomocniczej zmiennej t , podającej ilość możliwych oczek na drugiej kostce).

Linja regresji zmiennej y względem zmiennej x jest więc w tym prostym idealnym schemacie linią prostą o równaniu:

$$F(x) = 3.5 + x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Obliczając podobnie średnie częściowe zmiennej x otrzymamy kolejno:

$$M_{,1} = \frac{\frac{1}{36} \cdot 1}{\frac{1}{36}} = 1 = \frac{y_1}{2}$$

$$M_{,2} = \frac{\frac{1}{36} \cdot 1 + \frac{1}{36} \cdot 2}{\frac{1}{36} + \frac{1}{36}} = \frac{3}{2} = \frac{y_2}{2}$$

$$M_{,3} = \frac{\frac{1}{36} \cdot 1 + \frac{1}{36} \cdot 2 + \frac{1}{36} \cdot 3}{\frac{1}{36} + \frac{1}{36} + \frac{1}{36}} = 2 = \frac{y_3}{2} \quad \text{i t. d.}$$

ogólnie:

$$M_{,y} = \frac{1}{2} y$$

Linja regresji zmiennej x względem zmiennej y jest więc także linią prostą, lecz jej równanie:

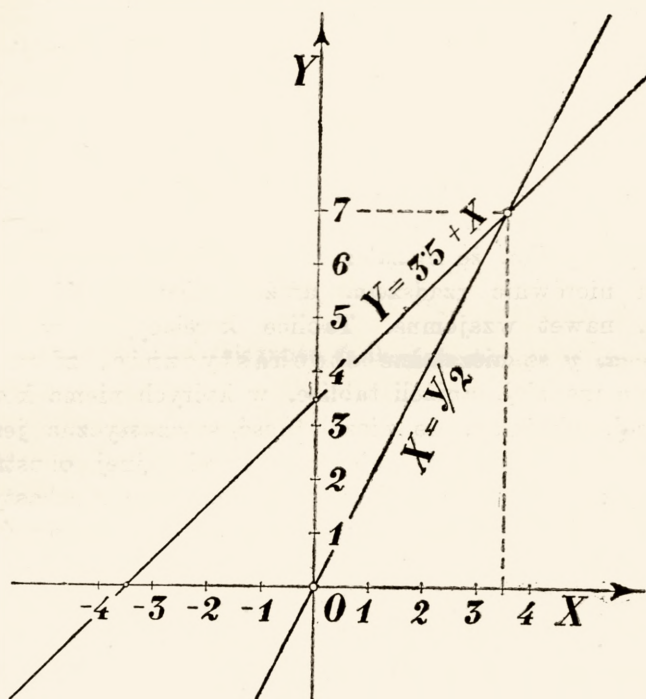
$$G(y) = \frac{1}{2} y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

przedstawia inną linię aniżeli równanie (9). Na rysunku 35 przedstawione są te obydwie linje regresji:

Literą Y oznaczyliśmy tu średnią y -ów t. j. M_x , a literą X średnią x -ów t. j. $M_{,y}$. Widzimy stąd, że te dwie linje regresji są zupełnie odrębne. Szukanie zaś jakiejś trzeciej pośredniej linii nie miałoby tu ani żadnego sensu ani żadnej wartości. Zatarlibyśmy tylko w ten sposób istotę tego stochastycznego związku, zatarcilibyśmy związek z pierwotnym schematem urnowym i zamiast wyjaśnić dane zjawisko statystyczne, zaciemnilibyśmy je gruntownie. Niestety statystycy praktyczni, nie rozumiejąc przeważnie istoty niezależności stochastycznej i korelacyjnej, z uporem godnym lepszej sprawy poszukują zwykle jakiejś przeciętnej linii regresji. Notorycznie hoł-

duże takiemu niewłaściwemu sposobowi pojmowania statystyki dwóch zmiennych n. p. W. Wirth w swym obszernym podręczniku statystyki matematycznej p. t.: „Spezielle psychophysische Massmethoden“ (Berlin 1920).

Poszukiwanie jakiejś jednej, przeciętnej linii regresji miałyby sens tylko wtedy, gdybyśmy z góry wiedzieli, że y pozostaje z x w ścisłym związku funkcyjnym (a nie w stochastycznym lub korelacyjnym), jak to się dzieje n. p. przy



Rys. 35.

badaniu praw fizyki. Tam odchylenia każdej wartości y od częściowej średniej pochodzą tylko z niedokładności obserwacji, z przypadkowych błędów obserwacji, więc należy wyrównać zapomocą jednej krzywej wszystkie rozrzucone punkty otrzymane z obserwacji. Nonsensem jest jednak takie postępowanie, jeżeli z góry wiemy, że y nie jest jednoznaczna funkcją zmiennej x , jak n. p. przy badaniu cech dziedzicznych:

danemu wzrostowi ojca odpowiadają rozmaite wzrosty syna (gdy badamy populację złożoną z wielu par ojców i synów) a nie zawsze jeden ściśle określony wzrost. Podobnie ma się rzecz z badaniem liczby dzieci matki i liczby dzieci córki. O ile się chce wykryć istotne związki zachodzące między takimi badanymi cechami, należy je ujmować w schematy urnowe, stochastyczne, prowadzące do dwóch wyraźnie odrębnych linii regresji, które nam dostarczą dokładniejszych informacji o istocie tego związku, aniżeli jakaś jedna pośrednia linja.

Powróćmy po tej dygresji do ogólnych warunków charakteryzujących niezależność korelacyjną, t. j. do wzorów (7) i (8). Aby istniała obustronna niezależność korelacyjna musi się spełniać $r+s-2$ warunków a więc mniej¹⁾, aniżeli przy niezależności stochastycznej, gdzie mieliśmy $(r-1) \cdot s$ warunków (por. wzory 3 na str. 182).

Stąd wynika, że niezależność stochastyczna jest zjawiskiem nierównie rzadszem, aniżeli niezależność korelacyjna, nawet wzajemna. Tablice korelacyjne, w których zmienne x, y są niezależne stochastycznie, zdarzają się nierównie rzadziej, aniżeli tablice, w których niema korelacji. Co więcej, okażemy, że niezależność stochastyczna jest specjalnym przypadkiem niezależności korelacyjnej obustronnej, to znaczy: jeżeli dwie zmienne są niezależne stochastycznie, to są także bez korelacji (obustronnie) ale nie na odwrót (por. tablica XI).

Dowód. Załóżmy że zmienne x, y są niezależne stochastycznie, t. j. że spełniają się warunki (3) na str. 182. Obliczmy średnią częściową y -ów dla $x=x_1$ na podstawie ogólnej tablicy III. Otrzymamy:

$$M_1 = \frac{n_{11}y_1 + n_{12}y_2 + \dots + n_{1s}y_s}{n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1s}}$$

Licznik i mianownik dzielimy przez N , to otrzymamy:

$$M_1 = \frac{p_{11}y_1 + p_{12}y_2 + \dots + p_{1s}y_s}{p_{1.}} \quad \dots \quad (10a)$$

ale $\frac{p_{11}}{p_{1.}} = p_{.1}^{(1)}$ i t. d., zatem

$$M_1 = p_{.1}^{(1)}y_1 + p_{.2}^{(1)}y_2 + \dots + p_{.s}^{(1)}y_s \quad \dots \quad (10b)$$

¹⁾ Wyjątkowo, gdy $r = s = 2$, liczba warunków jest taka sama.

Obliczając w taki sam sposób średnią częściową przy $x = x_2$ otrzymujemy:

$$M_{2.} = p_{.1}^{(2)} y_1 + p_{.2}^{(2)} y_2 + \dots + p_{.s}^{(2)} y_s$$

Wskutek warunków niezależności (3) odpowiadające sobie współczynniki są w obydwu wyrażeniach równe: n. p. $p_{.1}^{(1)} = p_{.1}^{(2)}$ zatem $M_{1.} = M_{2.}$

Tak samo wszystkie inne średnie częściowe y -ów są równe, zatem y jest bez korelacji z x . Tak samo okazuje się, że w tym przypadku także x jest bez korelacji z y .

Najściślejsza korelacja y z x ma miejsce wtedy, gdy każdej wartości x odpowiada tylko jedna wartość y , to znaczy: gdy zachodzi jednoznaczny związek funkcyjny $y = \varphi(x)$. Wtedy ta linia $y = \varphi(x)$ jest zarazem linią regresji zmiennej y względem zmiennej x . Druga linia regresji, zmiennej x względem zmiennej y , nie pokrywa się jednak z $y = \varphi(x)$ w ogólnym przypadku. Podobnie najściślejsza korelacja x z y zachodzi wtedy, gdy x jest jednoznaczną funkcją zmiennej y n. p. $x = \psi(y)$.

Na przykład, niechaj $y = x^2$ (parabola 2-go stopnia, której osią symetrii jest oś y -ów a wierzchołek leży w początku układu). Każdej parze wartości (x, y) niechaj odpowiada ta sama liczba z (frekwencja dla każdego punktu x, y). Każdej wartości x odpowiada tu jedna wartość y , a więc y jest w najściślejszej (mówimy niekiedy: w zupełnej) korelacji z x . Natomiast odwrotnie, każdej dodatniej różnej od zera wartości y odpowiadają dwie wartości x a mianowicie: $x = +\sqrt{y}$ i, $x = -\sqrt{y}$;

ich średnia wynosi $M_{.y} = \frac{z\sqrt{y} + z(-\sqrt{y})}{z+z} = 0$ zawsze, przy każ-

dem y . Zatem x jest bez korelacji z y , linią regresji jest sama oś y -ów. Widzimy więc, że tam, gdzie w analizie matematycznej istnieje ściśle określony, ale dwuznaczny związek funkcyjny, tam w teorii korelacji może być niezależność korelacyjna.

Zależy tu jeszcze wszystko od wartości z . Przyjeliśmy z stałe, jednakowe dla wszystkich punktów x, y . Gdybyśmy jednak brali dowolne z , inne np. dla punktu o współrzędnych $x = \sqrt{y_1}, y = y_1$ a inne dla punktu $x = -\sqrt{y_1}, y = y_1$, to wtedy istniałaby zależność korelacyjna zmiennej x od zmiennej y (linią

regresji x z y nie byłaby oś y -ów). Widzimy więc, że o niezależności korelacyjnej decyduje nie tylko sam wybór x i y , lecz także wybór trzeciej zmiennej z , czyli istota związku funkcyjnego $z=f(x, y)$. Widzimy stąd, jak daleko odbiega pojęcie zależności i niezależności korelacyjnej od zwykłego matematycznego pojęcia zależności i niezależności funkcyjnej.

Przy używaniu pojęcia zależności i niezależności korelacyjnej uniknęłoby się wielu nieporozumień, gdybyśmy używali zamiast terminu:

„zmienna y jest zależna lub niezależna korelacyjnie od zmiennej x “ dokładniejszego określenia:

„średnia częściowa¹⁾ zmiennej y jest zależna lub niezależna od zmiennej x “.

Wtedy termin: „korelacja“ byłby zupełnie niepotrzebny i nie wykraczałibyśmy poza zwyczajną terminologję matematyczną (por. odpowiednią uwagę na str. 180 przy definicji zależności i niezależności stochastycznej).

Kończąc na tem uwagi dotyczące definicji trzech rodzajów zależności, występujących w statystyce, zaznaczamy raz jeszcze dobitnie różnicę między zwyczajną zależnością funkcyjną a zależnością stochastyczną lub korelacyjną, różnicę, której nie akcentują dostatecznie znane mi podręczniki, a której zrozumienie jest najistotniejszą podstawą całej tej teorii. Dla zbadania zależności funkcyjnej dwóch zmiennych x i y wystarczy badanie samych tylko tych zmiennych x, y ; geometrycznie: nie trzeba wychodzić poza płaszczyznę (X, Y) . Natomiast w ogólnym przypadku badania zależności stochastycznej lub korelacyjnej dwóch zmiennych x, y niezbędne jest wprowadzenie trzeciej zmiennej z , która dopiero stwarza tę zależność; geometrycznie: nie wystarczą rozważania geometrii płaskiej dwuwymiarowej, lecz musimy się wznieść do trzech wymiarów, badać powierzchnie wznoszące się nad płaszczyzną (X, Y) i dopiero od budowy tych powierzchni zależy, czy istnieje, czy też nie istnieje zależność stochastyczna lub korelacyjna.

¹⁾ lub: nadzieja matematyczna częściowa.

§. 3. Mierzenie stopnia zależności stochastycznej.

W badaniach statystycznych nie poprzestajemy na tem, by stwierdzić, że między zmiennymi x i y istnieje zależność, czy też niezależność jakiegoś rodzaju, lecz w razie stwierdzenia zależności staramy się wyrazić stopień tej zależności za pomocą jakiejś liczby. W tym ustępie zajmujemy się badaniem stopnia zależności stochastycznej.

Omówimy najpierw najprostszy przypadek, gdy zmienna x przyjmuje tylko dwie wartości x_1 x_2 a zmienna y dwie wartości y_1 y_2 . Wtedy tabelka korelacji ma postać:

Tabela XIV.

	x_1	x_2	
y_1	p_{11}	p_{21}	$p_{.1}$
y_2	p_{12}	p_{22}	$p_{.2}$
	$p_{.1}$	$p_{.2}$	1

Jeżeli zmienne x i y są niezależne stochastycznie, to według warunków 6 (str. 183) mamy:

$$p_{11} = p_{.1} \cdot p_{.1}$$

Łatwo okazać, że stąd już wynika spełnienie się pozostałych trzech warunków:

$$p_{21} = p_{.2} \cdot p_{.1} \quad p_{12} = p_{.1} \cdot p_{.2} \quad p_{22} = p_{.2} \cdot p_{.2}$$

Np. Z pierwszego wiersza tabelki wynika, że $p_{21} = p_{.1} - p_{11}$. Wstawmy za p_{11} , wartość $p_{.1} \cdot p_{.1}$, to $p_{21} = p_{.1} - p_{.1} \cdot p_{.1}$, $p_{.1} = (1 - p_{.1}) \cdot p_{.1}$. Z końcowego wiersza wynika, że $1 - p_{.1} = p_{.2}$, zatem ostatecznie

$$p_{21} = p_{.2} \cdot p_{.1}$$

Jeżeli więc zmienne x i y są zależne stochastycznie, to p_{11} musi być różne od iloczynu $p_{.1} \cdot p_{.1}$.

Nazwijmy tę różnicę znakiem δ_{11} , to

$$\delta_{11} = p_{11} - p_{.1} \cdot p_{.1} \quad \dots \quad (11)$$

*

Wszystkie inne podobnie utworzone różnice: δ_{21} , δ_{12} , δ_{22} są w tym wypadku równe co do bezwzględnej wartości. Np.

$$\delta_{21} = p_{21} - p_{2.} \cdot p_{.1} = p_{.1} - p_{11} - (1 - p_{1.}) p_{.1} = -(p_{11} - p_{1.} \cdot p_{.1}) = -\delta_{11}.$$

Łatwo można przekształcić wyrażenie w wzorze (11) na:

$$\delta_{11} = p_{11} p_{22} - p_{12} p_{21} \quad \dots \quad (12)$$

Wielkość tej różnicy może służyć za miarę stopnia zależności stochastycznej. Im bliższą zera jest ta różnica, tem słabsza jest zależność; gdy zaś δ_{11} znacznie odbiega od zera, to związek zmiennej x z zmienną y znacznie odbiega od niezależności stochastycznej. Yule użył do mierzenia stopnia zależności stochastycznej w tym przypadku wyrażenia

$$q = \frac{\delta_{11}}{p_{11} p_{22} + p_{12} p_{21}} \quad \dots \quad (13)$$

i nazwał tę liczbę q współczynnikiem asocjacji. Gdy zmienne są niezależne, to $\delta_{11} = 0$ a więc i $q = 0$. Gdy istnieje zupełna, najściślejsza zależność y od x , jedno-jednoznaczna (t. j. jeżeli jednej wartości x odpowiada tylko jedna wartość y i odwrotnie), to albo

$$p_{12} = 0 \quad \text{i} \quad p_{21} = 0 \quad \text{i} \quad \text{zostaje: } q = \frac{p_{11} p_{22}}{p_{11} p_{22}} = 1$$

albo

$$p_{11} = 0 \quad \text{i} \quad p_{22} = 0 \quad \text{i} \quad \text{zostaje: } q = -\frac{p_{12} p_{21}}{p_{12} p_{21}} = -1$$

Spółczynnik asocjacji zmienia się zatem od -1 do $+1$.

Przejdźmy teraz do ogólnego przypadku, gdy zmienne przybierają dowolną liczbę wartości, n. p. $x = x_1, x_2, \dots, x_r$; $y = y_1, y_2, \dots, y_s$.

Teraz już nie muszą być wszystkie różnice δ_{ij} równe co do bezwzględnej wartości. Chcąc i w tym ogólnym przypadku utworzyć jakąś miarę stopnia zależności stochastycznej, należy utworzyć takie wyrażenie, któreby zawierało wszystkie możliwe δ_{ij} . Ponieważ zaś niektóre są dodatnie a niektóre ujemne, przeto nieodpowiedniem byłoby utworzenie wprost sumy wszystkich różnic; otrzymalibyśmy wtedy, jak nietrudno wykazać, zawsze wartość sumy 0. Unikniemy tego natomiast tworząc wyrażenie zawierające tylko kwadraty tych różnic.

Rozmaici autorowie obierali rozmaite takie wyrażenia, dające miarę odbiegania badanej tablicy od niezależności stochastycznej.

Pearson wprowadził sumę kwadratów tych różnic, przy czym każdy kwadrat jest podzielony przez odpowiednie iloczyny prawdopodobieństw całkowitych, a mianowicie:

$$\varphi^2 = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r \frac{\delta_{ij}^2}{p_i \cdot p_{.j}} \dots \dots \dots (14)$$

to znaczy wyraźnie:

$$\varphi^2 = \frac{\delta_{11}^2}{p_{1.} \cdot p_{.1}} + \frac{\delta_{12}^2}{p_{1.} \cdot p_{.2}} + \dots + \frac{\delta_{1s}^2}{p_{1.} \cdot p_{.s}} + \frac{\delta_{21}^2}{p_{2.} \cdot p_{.1}} + \dots + \frac{\delta_{rs}^2}{p_{r.} \cdot p_{.s}}$$

Wzór (14) możemy też pisać w postaci:

$$\varphi^2 = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r \frac{(p_{ij} - p_i \cdot p_{.j})^2}{p_i \cdot p_{.j}} \dots \dots \dots (15)$$

Liczbę φ^2 nazwał Pearson średnim kwadratem kontyngencji (mean square contingency). Łatwo okazać, że, gdy zmienne x, y przybierają tylko po dwie wartości, to:

$$\varphi = \frac{\delta_{11}}{\sqrt{p_{1.} \cdot p_{.2} \cdot p_{.1} \cdot p_{2.}}} \dots \dots \dots (16)$$

a więc φ jest odmienne od współczynnika asocjacji q , wyrażonego wzorem (13).

Wartość wyrażenia φ w ogólnym przypadku wzrasta nieograniczenie, gdy liczby wartości przybieranych przez zmienne x, y , t. j. liczby r i s wzrastają nieograniczenie. By tego uniknąć, wprowadził Pearson jako miarę stopnia zależności stochastycznej następujący **współczynnik kontyngencji**:

$$C = \sqrt{\frac{\varphi^2}{1 + \varphi^2}} \dots \dots \dots (17)$$

Jeżeli zmienne x, y są stochastycznie niezależne, to wszystkie różnice δ_{ij} są zerami, a więc i $\varphi=0$ i $C=0$. Gdy zmienne są stochastycznie zależne, to φ jest różne od zera, otrzymujemy więc na C jakiś ułamek właściwy, tem bliższy 1, im więcej wartości mogą przyjmować zmienne x i y . Uwydatnia więc ten współczynnik taką własność tej zależności, o którą nam wcale nie chodzi, natomiast nie uwydatnia zupełnej, najściślej z zależności funkcyjnej. Te braki usunął Czuprow

wprowadzając inny współczynnik zależności stochastycznej, a mianowicie:

$$T = \frac{\varphi^2}{\sqrt{(r-1)(s-1)}} \dots \dots \dots (18)$$

Spółczynnik ten jest zerem w razie niezależności stochastycznej, podobnie jak współczynnik Pearson'a; natomiast w razie zupełnej, najściślejszej zależności stochastycznej, t. j. gdy y jest jedno-jednoznaczną funkcją zmiennej z , to współczynnik Czuprowa, jak można okazać, ma zawsze wartość 1, bez względu na to, jak wielkie są liczby r i s . Zależność stochastyczną można uważać za tem ściślejszą, im bliższy 1 jest ten współczynnik T .

Można także używać za miarę stopnia zależności stochastycznej: średniego kwadratu różnic δ_{ij} t. j. sumy kwadratów wszystkich różnic podzielonej przez liczbę tych różnic, t. j. przez $r s$, a więc:

$$S = \frac{1}{r s} \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r \delta_{ij}^2 \dots \dots \dots (19)$$

Tu także otrzymalibyśmy $S=0$ w razie niezależności stochastycznej a ułamek właściwy w razie zależności. Wartości tych współczynników C , T , S nie zmieniają się, gdy przestawiamy z sobą w dowolny sposób kolumny lub wiersze w tablicy korelacji lub kontyngencji. O ile chodzi o uwydatnienie dwóch skrajnych przypadków: niezależności stochastycznej z jednej strony a jedno — jednoznacznej zależności funkcyjnej z drugiej, to współczynnik Czuprowa jest najodpowiedniejszy. Jeżeli jednak zależność funkcyjna jest tylko jednoznaczna, a więc gdy n. p. y jest jednoznaczną funkcją zmiennej x ale nie odwrotnie, to współczynnik Czuprowa wypadnie mniejszy od 1, a więc nie pozwoli wykryć tej jednostronnie jednoznacznej zależności funkcyjnej. Tak n. p. gdy $y=x^2$, to współczynnik Czuprowa jest mniejszy od 1.

Zobaczmy natomiast, że taką zależność funkcyjną jednostronnie jednoznaczną — a taką spotykamy częściej, aniżeli zależność jedno-jednoznaczną — będzie można wykryć badając drugi rodzaj zależności, a mianowicie zależność korelacyjną.

Zaznaczamy tu raz jeszcze, że w statystyce cech jakościowych można mierzyć tylko zależność stochastyczną,

zatem jedynie współczynniki umówione w tym ustępie mają tam ścisłe znaczenie.

Wtłaczanie zaś takich jakościowych danych statystycznych w ramy teorii korelacji, badającej cechy ilościowe, jest czemś sztucznym, naciągnięciem i ma wartość iluzoryczną. Wyjątek stanowią, jak zobaczymy, takie cechy jakościowe, w których rozróżniamy tylko dwa stany (dwie alternatywy), odpowiadające dwom wartościom cech ilościowych.

Uwagi.

W roku 1928 ukazała się bardzo starannie opracowana książka p. t. F. Baur, *Korrelationsrechnung*. (Leipzig. Teubner, str. 1—57), podająca w zwięzłej, przystępnej formie teorię korelacji według Czuprowa. Niestety jednak autor zupełnie pominął wszystkie metody mierzenia stopnia zależności stochastycznej. Natomiast zupełnie mylnie przedstawia tę sprawę P. Elderton, jeden z wybitnych członków szkoły Pearsona, mówiąc o tych różnicach: δ : „if they differ slightly there is a slight amount, and if they differ greatly there is a considerable amount of correlation...“ a dalej: „As it is clear that φ^2 will give a measure of the correlation...“ (Por. *Frequency Curves and Correlation*. II ed. 1927 p. 198—199). Tymczasem ani różnice δ ani φ^2 nie nadają się bynajmniej do mierzenia stopnia korelacji, bo nawet wtedy, gdy ani y nie jest w korelacji z x ani odwrotnie, liczby δ i φ^2 mogą mieć znaczne wartości, różne od zera. Łatwo to sprawdzić przy pomocy tabl. XI na str. 185 lub jeszcze dobitniej przy pomocy tabelki otrzymanej z tabl. XI przez zastąpienie zerami wszystkich dwójek z wyjątkiem środkowej. Łatwo obliczyć, że wtedy współczynnik T wynosi 0.5 a współczynnik Pearsona C nawet $\sqrt{0.5}=0.703\dots$, jakkolwiek niema wtedy wcale korelacji ani x z y ani też y z x .

§ 4. Mierzenie stopnia zależności korelacyjnej.

Wykładnik (stosunek) korelacji.

Poznaliśmy w § 2 C warunki (7) na to, aby zmienna y była korelacyjnie niezależna od zmiennej x , czyli bez korelacji ze zmienną x . Warunki te miały postać:

$$(7) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad M_1 = M_2 = \dots = M_r$$

t. j. średnie częściowe y -ów mają być równe przy każdym $x = x_1, x_2, \dots, x_r$. Otóż wtedy także ogólna średnia M_y wszystkich wartości y ma tę samą wartość.

Dowód. Ogólną średnią y -ów można utworzyć n. p. przy pomocy Tablicy III (str. 171), tworząc średnią wszystkich częściowych średnich, to znaczy:

$$M_y = \frac{n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2 + \dots + n_r \cdot M_r}{n_1 + n_2 + \dots + n_r}$$

Ponieważ jednak $M_1 = M_2 = \dots = M_r$, to można M_1 włączyć w licznik przed nawias i zostanie:

$M_y = M_1$, a zatem istotnie:

$$M_y = M_1 = M_2 = \dots = M_r$$

Z tej uwagi skorzystamy przy badaniu stopnia zależności korelacyjnej.

W tablicy korelacji wartości y są w każdym wierszu rozprószone względem swych średnich częściowych M_x . Stopień tego rozprószenia wyraża się, jak wiadomo z statystyki jednej zmiennej, zapomocą błędu średniego czyli dyspersji σ (por. Część I str. 489). Nazwijmy tę dyspersję w kolumnie z napisem x_1 literą σ_1 , to według definicji średniego błędu otrzymujemy:

$$(20) \sigma_1^2 = p_{1,1}^{(1)}(y_1 - M_1)^2 + p_{1,2}^{(1)}(y_2 - M_1)^2 + \dots + p_{1,s}^{(1)}(y_s - M_1)^2$$

Podobnie wyraża się ogólnie dyspersję y -ów zawartych w kolumnie $x = x_i$, nazwijmy ją σ_i .

Mamy więc tu r takich częściowych dyspersyj. Średnią arytmetyczną ważoną (czyli nadzieję matematyczną) kwadratów tych wszystkich częściowych dyspersyj nazywamy kwadratem przeciętnej dyspersji z wszystkich częściowych dyspersyj zmiennej y . Ma ona wartość:

$$S_y^2 = p_1 \sigma_1^2 + p_2 \sigma_2^2 + \dots + p_r \sigma_r^2 \quad (21)$$

Podstawiając zaś tu za dyspersje częściowe wartości ze wzoru (20) i z podobnych wzorów dla innych σ_i^2 , otrzymamy:

$$S_y^2 = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_i \cdot p_{i,j}^{(j)} (y_j - M_i)^2$$

Stąd zaś na podstawie wzoru (2) (str. 173) otrzymujemy:

$$S_y^2 = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (y_j - M_i)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (21 \alpha)$$

Obliczmy z drugiej strony kwadrat całkowitej czyli bezwzględnej dyspersji zmiennej y , to znaczy średnią arytmetyczną ważoną (czyli nadzieję matematyczną) kwadratów odchyleń y -ów od ogólnej średniej M_y wszystkich y -ów. Oznaczmy tę całkowitą dyspersję znakiem σ_y , to:

$$\sigma_y^2 = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (y_j - M_y)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Nietrudno okazać, że:

$$S_y^2 = \sigma_y^2 - \sum_{i=1}^r p_i (M_i - M_y)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Jeżeli y nie jest w korelacji z x , to wszystkie częściowe średnie y -ów są równe ogólnej średniej y -ów, zatem $M_i = M_y$, a z wzoru (23) widzimy, że wtedy

$$S_y = \sigma_y$$

Słowami: *jeżeli y jest bez korelacji z x , to przeciętna z wszystkich dyspersyj częściowych jest równa dyspersji całkowitej zmiennej y .*

Za miarę zależności korelacyjnej przyjął Pearson liczbę η_{yx} określoną wzorem:

$$\eta_{yx}^2 = 1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2} \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Liczbę η_{yx} nazwano **wykładnikiem korelacji** lub **stosunkiem korelacji** (correlation ratio; rapport de corrélation; Korrelationsverhältniss).

Jeżeli y jest korelacyjnie niezależne od x (bez korelacji z x), to $S_y = \sigma_y$, więc:

$$\eta_{yx} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Odwrotnie, gdy $\eta_{yx} = 0$, to $S_y = \sigma_y$ czyli $S_y^2 = \sigma_y^2$ a z wzoru (23) wynika wtedy, że $M_i = M_y$ przy każdym i , a zatem $M_1 = M_2 = \dots = M_r$, a to dowodzi, że y jest bez korelacji z x .

Warunek (25) jest zatem warunkiem koniecznym i dostatecznym na to, by y było bez korelacji z x .

Jeżeli y jest w ścisłej, jednoznacznej funkcyjnej zależności z x , to oczywiście każda częściowa dyspersja σ_i jest zerem (dla każdego x przyjmuje y tylko jedną wartość, więc niema rozprószczenia). Wobec tego wtedy także przeciętna dyspersja jest zerem na podstawie wzoru (21) (a całkowita dyspersja σ_y nie jest zerem, gdy y przyjmuje przynajmniej dwie różne wartości, a tak jest zawsze w tablicach korelacji). Wtedy z wzoru (24) wynika, że $\eta_{yx}=1$. Odwrotnie, gdy $\eta_{yx}=1$, to $S_y=0$, a to jest możliwe tylko wtedy, gdy:

$$y_j = M_i, \text{ dla } \begin{cases} j=1, 2, \dots, s \\ i=1, 2, \dots, r \end{cases} \text{ (jak to widać z wzoru 21 a).}$$

A więc np. dla $x=x_1$ mamy wtedy $y_1=M_1, y_2=M_1, \dots, y_s=M_1$. Tak samo dla $x=x_2$ wszystkie y są równe i wynoszą M_2 , i t. d. Zatem każdemu x odpowiada wtedy tylko jedno y a to znaczy, że istnieje jednoznaczny związek funkcyjny między y a x , czyli $y=\varphi(x)$. A więc: *koniecznym i dostatecznym warunkiem, by y było jednoznaczną funkcją zmiennej x , jest, by $\eta_{yx}=1$* ; wtedy więc zachodzi najściślejsza zależność korelacyjna zmiennej y względem zmiennej x . Gdy zachodzi korelacja luźniejsza, to $\eta_{yx} < 1$ i to tem mniejsze od 1 a tem bliższe 0, im bardziej ta zależność zbliża się do niezależności korelacyjnej. Ta liczba η_{yx} nadaje się zatem bardzo dobrze do mierzenia stopnia zależności korelacyjnej (jednostronnej).

Można okazać, że gdy zmienne x, y przyjmują tylko po dwie wartości: x_1, x_2, y_1, y_2 , to:

$$\eta_{yx} = \varphi^2 = \frac{\delta_{11}^2}{p_1 \cdot p_2 \cdot p_{1,1} \cdot p_{2,2}} \dots \dots \dots (26)$$

To znaczy: wtedy średni kwadrat kontyngencji jest zarazem kwadratem stosunku korelacji (por. wzór 16 na str. 197).

W taki sam sposób określa się wykładnik (stosunek) korelacji zmiennej x względem zmiennej y , a mianowicie:

$$\eta_{xy} = 1 - \frac{S_x^2}{\sigma_x^2} \dots \dots \dots (27)$$

przyczem σ_x jest całkowitą dyspersją zmiennej x a S_x przeciętną dyspersją tej zmiennej.

Wzór (26) odnosi się też do η_{xy} , a mianowicie także $\eta_{xy}^2 = \varphi^2$, gdy x i y przyjmują tylko po dwie wartości.

Liczby η_{xy} i η_{yx} są w ogólności odmiennie od siebie; tak np. może być $\eta_{yx}=1$ a równocześnie dla tej samej tablicy korelacji $\eta_{xy}=0$. Tak się ma rzecz np. dla $y=x^2$ przy stałym z (por. str. 193).

Widzimy stąd, że dwa stosunki korelacji charakteryzują tablicę korelacji dokładniej, aniżeli jeden stosunek kontyngencji¹⁾. Obydwa te sposoby ujmowania zależności statystycznych są jednak nadzwyczaj sumaryczne i oświetlają dane zagadnienie statystyczne nader jednostronnie. Chcąc dokładniej opisać tablicę statystyczną, dokładniej scharakteryzować rozkład frekwencyj, należy się oczywiście posłużyć większą ilością liczb charakteryzujących ten rozkład, zwanych charakterystykami danego rozkładu frekwencyj. W następnym paragrafie omówimy najważniejsze grupy takich charakterystyk liczbowych.

§ 5. Badanie tablic statystycznych dwóch zmiennych za pomocą momentów. Spółczynnik korelacji.

Poznaliśmy już okolicznościowo niektóre liczby charakterystyczne, uwydatniające pewne ważne własności rozkładu frekwencyj w tablicach statystycznych dwóch zmiennych. I tak poznaliśmy średnią arytmetyczną ważoną czyli nadzieję matematyczną M_x wszystkich wartości zmiennej x , średnią M_y wszystkich wartości y , dyspersję całkowitą czyli błąd średni zmiennej x a mianowicie σ_x i dyspersję całkowitą σ_y zmiennej y . Prócz tych czterech liczb charakterystycznych można wprowadzić odrazu dowolnie wiele takich liczb, a mianowicie momenty (pierwszego rodzaju) rozmaitych stopni podobnie, jak to czyniliśmy w statystyce jednej zmiennej. Rolę „mas“ odgrywają przy tworzeniu tych momentów: prawdopodobieństwa p_{ij} .

I tak średnia M_x jest momentem pierwszego stopnia w zmiennej x , odpowiadającym momentowi statycznemu tych mas względem osi y -ów. Mamy bowiem:

$$M_x = m_{10} = p_{11}x_1 + p_{12}x_1 + \dots + p_{1s}x_1 + p_{21}x_2 + p_{22}x_2 + \dots + p_{2s}x_2 + \dots + p_{r1}x_r + p_{r2} + \dots + p_{rs}x_r$$

¹⁾ Wbrew temu oczywistemu faktowi wprowadza W. Wirth l. c. str. 191 jeden, przeciętny wykładnik korelacji: $H = \frac{1}{2}(\eta_{yx} + \eta_{xy})$ uważając go za cenniejszą charakterystykę, aniżeli dwa wykładniki odrębne. Wynika to z ogólnego stanowiska zajętego w tych kwestjach przez Wirtha, o czym wspomnieliśmy już na str. 191.

Piszemy tę sumę podwójną w zwężonej formie:

$$M_x = m_{10} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} x_i \dots \dots \dots (28)$$

Podobnie średnia M_y jest momentem pierwszego stopnia w zmiennej y (a więc względem osi x -ów):

$$M_y = m_{01} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} y_j \dots \dots \dots (29)$$

W podobny sposób możemy utworzyć trzy momenty drugiego stopnia: m_{20} , m_{02} i m_{11} , a mianowicie:

$$\left. \begin{aligned} m_{20} &= \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} x_i^2 & m_{02} &= \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} y_j^2 \\ m_{11} &= \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} x_i y_j \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (30)$$

Momenty m_{20} i m_{02} odpowiadają mechanicznym momentom bezwładności względem osi y -ów i x -ów. Zupełnie ogólnie moment l -tego stopnia w zmiennej x a k -tego stopnia w zmiennej y wyrażamy wzorem:

$$m_{lk} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} x_i^l y_j^k \dots \dots \dots (31)$$

Tych kolejnych momentów można użyć jako charakterystyk liczbowych każdego rozkładu frekwencyj, danego zapomożą tablicy korelacji. Im więcej momentów kolejnych podamy, tem dokładniej oczywiście będzie rozkład scharakteryzowany. Można także z momentów zrekonstruować zupełnie ściśle całą tablicę korelacji. W tym celu trzeba podać $r \cdot s + r + s$ momentów, wtedy bowiem mamy tyle równań formy (31), ile jest niewiadomych:

$$p_{11} p_{12} \dots p_{rs} x_1 x_2 \dots x_r y_1 y_2 \dots y_s$$

Spotykamy się tu zatem z zagadnieniem momentów, zupełnie podobnem jak w statystyce jednej zmiennej (por. Część I str. 495 i nast.).

Utwórzmy teraz w podobny sposób momenty nie dla samych wartości x , y , lecz dla ich odchyień od średnich całkowitych M_x , M_y . Oznaczmy te odchylenia literami u , v t. j.

$$u = x - M_x$$

$$v = y - M_y$$

to znaczy, że obliczamy momenty nie względem pierwotnych osi X i Y , lecz względem osi przesuniętych o M_x i M_y tak, że nowy początek układu ma w danym układzie współrzędne (M_x, M_y) . Te nowe momenty, odniesione do tych przesuniętych osi, czyli momenty odchyłeń u, v oznaczmy literami $\mu_{10}, \mu_{01}, \mu_{20}, \mu_{11}, \dots$ i nazwijmy je momentami drugiego rodzaju. Ogólnie więc:

$$\mu_{ik} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (x_i - M_x)^i (y_j - M_y)^k \quad . \quad . \quad (32)$$

Łatwo stwierdzić, że te nowe momenty pierwszego stopnia są zerami, t. j. $\mu_{10} = 0$ i $\mu_{01} = 0$. Natomiast nowe momenty drugiego stopnia: μ_{20} i μ_{02} są kwadratami dyspersji, albowiem:

$$\mu_{20} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (x_i - M_x)^2 = \sigma_x^2 \quad . \quad . \quad (33)$$

$$\mu_{02} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (y_j - M_y)^2 = \sigma_y^2 \quad . \quad . \quad (34)$$

(por. wzór 22 na str. 201). Trzeci moment μ_{11} drugiego stopnia, który będzie odgrywał bardzo ważną rolę w dalszych rozważaniach, wyraża się wzorem:

$$\mu_{11} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (x_i - M_x)(y_j - M_y) \quad . \quad . \quad (35)$$

Podając średnie M_x, M_y i odpowiednią liczbę tych momentów drugiego rodzaju μ_{ik} , możemy wyznaczyć rozkład frekwencji zupełnie podobnie, jak przy pomocy momentów pierwszego rodzaju m_{ik} .

Wprowadźmy prócz przesunięcia osi jeszcze jedno przekształcenie współrzędnych x, y , a mianowicie użyjmy średnich błędów σ_x i σ_y jako jednostek do mierzenia odchyłeń u, v zamiast pierwotnych jednostek, któremi były wyrażone x, y . Widzieliśmy już w statystyce jednej zmiennej, że użycie tych jednostek σ_x i σ_y nasuwa się samo przy głębszych badaniach statystycznych. Nazwijmy te nowe współrzędne, otrzymane

z dawnych x, y przez przesunięcie osi i zmianę jednostek współrzędnymi normalnymi; oznaczymy je literami ξ, η , to znaczy:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{u}{\sigma_x} = \frac{x - M_x}{\sigma_x} \\ \eta &= \frac{v}{\sigma_y} = \frac{y - M_y}{\sigma_y} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (36)$$

Przy użyciu tych współrzędnych normalnych tworzymy trzeci rodzaj momentów; oznaczymy je r_{lk} , to:

$$r_{lk} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} \xi_i^l \eta_j^k$$

czyli:

$$r_{lk} = \frac{1}{\sigma_x^l \sigma_y^k} \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (x_i - M_x)^l (y_j - M_y)^k \dots \dots (37)$$

a stąd na podstawie wzoru (32) otrzymujemy ostatecznie następujący zwięzły wzór na te momenty trzeciego rodzaju:

$$r_{lk} = \frac{\mu_{lk}}{\sigma_x^l \sigma_y^k} \dots \dots \dots (38)$$

Z wzorów (33) i (34) i z tego, że $\mu_{10} = \mu_{01} = 0$, wynika, że $r_{10} = 0$, $r_{01} = 0$, $r_{20} = 1$, $r_{02} = 1$. Dopiero r_{11} i dalsze momenty trzeciego rodzaju mają wartości zmienne, zależne od rozkładu frekwencji.

Znając liczby $M_x M_y \sigma_x \sigma_y$ i odpowiednią liczbę tych momentów trzeciego rodzaju możemy wyznaczyć całą tablicę korelacji, podobnie jak przy pomocy momentów m_{lk} lub μ_{lk} .

Ciąg momentów $m_{10} m_{20} m_{30} m_{40}$ lub $\mu_{10} \mu_{20} \mu_{30} \mu_{40}$ lub $r_{10} r_{20} r_{30} r_{40}$ wyznacza rozkład jednej zmiennej: x (końcowy, dodatkowy wiersz tabelki korelacji I, II, III lub IV). Podobnie ciąg momentów $m_{01} m_{02} m_{03} m_{04}$ i t. p. wyznacza rozkład jednej zmiennej: y . Nie dają one zatem niczego nowego w porównaniu z statystyką jednej zmiennej. Nowe elementy, odróżniające statystykę dwóch zmiennych od statystyki jednej zmiennej, dają dopiero momenty mieszane, t. j. zawierające naraz obydwie zmienne. Najprostszy z tych momentów mieszanych (trzeciego rodzaju) jest:

$$\begin{aligned}
 r_{11} &= \frac{\mu_{11}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} (x_i - M_x) (y_j - M_y) = \\
 &= \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} u_i v_j = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p_{ij} \xi_i \eta_j.
 \end{aligned}$$

Podaliśmy tu kilka formuł równoważnych dla tego momentu z uwagi na nadzwyczaj ważną rolę, jaką on odgrywa w teorii korelacji.

Można udowodnić, że bezwzględna wartość tej liczby r_{11} nie może przekraczać 1, czyli że zawsze

$$-1 \leq r_{11} \leq +1.$$

Ten moment r_{11} (mieszany, drugiego stopnia a trzeciego rodzaju) nazywamy: **spółczynnikiem korelacji**. (Nie należy go mieszać ze stosunkiem korelacji η_{yx} określonym na str. 201 zupełnie innym wzorem!). Jest on najważniejszą i najbardziej używaną liczbą charakterystyczną tablic statystycznych dwóch zmiennych, oczywiście obok momentów pierwszego rodzaju a pierwszego stopnia, t. j. średnich M_x , M_y i momentów σ_x^2 , σ_y^2 drugiego rodzaju a drugiego stopnia, t. j. kwadratów dyspersyj (błędów średnich). W pewnych specjalnych przypadkach ten moment r_{11} może nawet — jak to wnet zobaczymy — zastąpić stosunki korelacji η_{yx} i η_{xy} i średni kwadrat kontyngencji φ^2 . Jednakże poprzestawanie na tych tylko pięciu momentach: $M_x M_y \sigma_x^2 \sigma_y^2 r_{11}$ nie wyczerpuje oczywiście w ogólności wszystkich własności badanej tablicy. Dla dokładniejszego jej zbadania trzeba użyć także kolejnych momentów wyższych stopni, podobnie jak się to czyni w statystyce jednej zmiennej, wprowadzając np. skośność i eksces (por. Część I str. 497). Rolę współczynnika korelacji r_{11} omówimy dokładniej w następnym ustępie.

§ 6. Linje regresji i ich związek z momentami.

Jak zaznaczyliśmy w poprzednim ustępie, powinnyby głębsze badania statystyczne nie ograniczać się do pięciu początkowych momentów, np. do m_{10} m_{01} m_{20} m_{02} m_{11} , lecz uwzględnić równomiernie kolejne dalsze momenty a więc wszystkie momenty trzeciego stopnia: m_{30} m_{21} m_{12} m_{03} , wszystkie momenty czwartego stopnia: m_{40} m_{31} m_{22} m_{13} m_{04} i t. d. Tymczasem faktycznie zwrócono w statystyce społecznej głównie

uwagę na takie właściwości tablic statystycznych, które stoją w ścisłym związku z pewnymi tylko wybranymi momentami, a mianowicie z temi, w których jedna zmienna występuje najwyżej w pierwszym stopniu a druga w stopniu dowolnym. A więc rozważa się momenty typu $m_{l_0} m_{l_1} m_{0k} m_{1k}$ a nie rozważa się np. momentów $m_{2_2} m_{2_3} m_{3_2} m_{3_3}$ i t. p. Ten specjalnie obrany kierunek badań statystyki społecznej ma swe źródło w tem, że zajęto się przedewszystkiem linjami regresji, o których wspomnieliśmy już pokrótce na str. 188 i nast.

Statystyk nie poprzestaje na znajomości całkowitych (ogólnych) średnich (arytmetycznych ważonych) wszystkich wartości zmiennych x i y t. j. na znajomości M_x i M_y , lecz interesują go także średnie częściowe. Chodzi mu więc o to, jaka jest średnia częściowa wszystkich y -ów, gdy x ma daną wartość i to dla każdej wartości x . Jeżeli ta średnia jest przy każdym x jednakowa, to mówimy, że y jest bez korelacji z x , jeżeli się zaś zmienia ze zmianą x , przebiegając na wykresie punkty jakiejś linii nierównoległej do osi x -ów, to mówimy że zmienna y jest w korelacji z zmienną x .

Każdą linię, na której leżą obrazy graficzne wszystkich średnich częściowych zmiennej y , nazywamy linią regresji. Gdy jednak mamy daną skończoną liczbę punktów — w tym wypadku r punktów (bo x przebiega r różnych wartości, a każdej odpowiada jakaś średnia wszystkich y), to przez to nie jest jeszcze wcale wyznaczona linja krzywa. Możemy bowiem przez r danych punktów przeprowadzić nieskończenie wiele różnych krzywych rozmaitych typów. Definicja nasza jest więc — jak widzimy — bardzo nieoznaczona, w tem znaczeniu, że nie wyznacza jednej krzywej, lecz dopuszcza ich nieskończenie wiele przy każdym konkretnem, szczegółowem zagadnieniu. Definicja linii regresji stanie się ściśle oznaczona dopiero wtedy, gdy będziemy rozważali zmienne x , y zmieniające się w sposób ciągły: wtedy istotnie punkt przedstawiający średnią y -ów będzie przebiegał jakąś jedną linię. Na razie jednak nie możemy wprowadzać tej oznaczonej definicji, nie wiemy bowiem, co to znaczy: „średnia arytmetyczna“ nieskończeniu wielu wartości zmiennej y . Omówienie tych kwestyj pozostawimy do następnego ustępu.

Tutaj, pozostając w zakresie skończonej liczby wartości dla zmiennych x i y , musimy operować całą gromadą linii regresji w każdym szczegółowym przypadku.

Podobne rozważania dotyczą drugiej linii regresji: zmiennej x względem zmiennej y . Wyznamy paraboliczne linie regresji t. j. takie parabole odpowiednio wysokiego stopnia, na których leżą wszystkie średnie częściowe. Dla średnich M_i , zmiennej y , używając paraboli n -tego stopnia, otrzymamy:

$$M_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 + \dots + a_n x_i^n \quad (i=1, 2, \dots, r)$$

Spółczynniki a_0, a_1, \dots, a_n można wyznaczyć zapomocą momentów $m_{10}, m_{20}, \dots, m_{2n,0}, m_{01}, m_{11}, m_{21}, \dots, m_{n1}$.

W tym celu trzeba obie strony równania pomnożyć przez $p_i \cdot x_i^h$ i sumować według i od $i=1$ do $i=r$, następnie położyć $h=0, 1, 2, \dots, n$. Otrzyma się w ten sposób $n+1$ równań o $n+1$ niewiadomych a_0, a_1, \dots, a_n , postaci:

$$m_{h1} = a_0 m_{h0} + a_1 m_{h+1,0} + \dots + a_n m_{h+n,0} \quad . \quad . \quad (41)$$

przyczem $h=0, 1, 2, \dots, n$.

Ten związek (41) ma się spełniać jednak dla wszystkich możliwych h , także dla $h > n$, a więc należy jeszcze obliczone a_0, a_1, \dots, a_n wstawić w (41) i otrzyma się dodatkowe warunki na dalsze momenty. Aby więc parabola n -tego stopnia wystarczyła do wyczerpania wszystkich punktów $(x_1, M_1), (x_2, M_2), \dots, (x_r, M_r)$, nie mogą być wszystkie momenty zupełnie dowolne, lecz wyższe momenty muszą spełniać szereg warunków.

Używając zamiast spólrzędnych (x_i, M_i) spólrzędnych przesuniętych, t. j. odchyleń $u_i = x_i - M_x$, $V_i = M_i - M_y$, otrzymamy równanie parabolicznej linii regresji w postaci:

$$V_i = b_0 + b_1 u_i + b_2 u_i^2 + \dots + b_n u_i^n$$

czyli:

$$M_i - M_y = b_0 + b_1 (x_i - M_x) + b_2 (x_i - M_x)^2 + \dots$$

Postępując tu podobnie, jak poprzednio, otrzymamy równania, pozwalające wyrazić nieznanne spółczynniki b_0, b_1, \dots, b_n zapomocą momentów drugiego rodzaju:

$$\mu_{10} \mu_{20} \dots \mu_{2n,0} \mu_{01} \mu_{11} \mu_{21} \dots \mu_{n1}$$

Tak np., jeżeli linja regresji jest linią prostą, t. j.

$$M_i - M_y = b_0 + b_1 (x_i - M_x)$$

to na współczynniki b_0 b_1 otrzymuje się wartości: $b_0 = 0$,
 $b_1 = \frac{\mu_{11}}{\mu_{20}}$ czyli — w myśl wzoru (40) —

$$b_1 = \frac{r_{11} \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{11} \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

i warunki dodatkowe dla momentów wyższych: $\frac{\mu_{h,1}}{\mu_{h+1,0}} = \frac{\mu_{11}}{\mu_{20}}$
 przy każdym całkowitem dodatkiem $h=2, 3, 4, \dots$

Wobec tego równanie linii regresji przyjmie postać:

$$M_i - M_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{11} (x_i - M_x) \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

W wypadku parabol 2-go stopnia otrzymuje się dość
 zawiłe równanie:

$$\left. \begin{aligned} \frac{M_i - M_y}{\sigma_y} = & \frac{r_{11} r_{30} - r_{21}}{r_{40} - r_{30}^2 - 1} + \left(r_{11} + \frac{r_{30} (r_{11} r_{30} - r_{21})}{r_{40} - r_{30}^2 - 1} \right) \frac{x_i - M_x}{\sigma_x} + \\ & + \frac{r_{21} - r_{30} r_{11}}{r_{40} - r_{30}^2 - 1} \left(\frac{x_i - M_x}{\sigma_x} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (44)$$

zawierające już wyższe momenty trzeciego rodzaju a mianowicie: trzeciego i czwartego stopnia: r_{30} r_{40} r_{11} r_{21} . Prócz tego występują odpowiednie warunki dodatkowe. W podobny sposób otrzymuje się linie regresji (paraboliczne) zmiennej x względem zmiennej y . W przypadku specjalnym, gdy ta linia regresji jest linią prostą, równanie jej ma postać:

$$M_{,j} - M_x = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r_{11} (y_j - M_y) \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

a ponadto muszą się spełniać dodatkowe warunki: $\frac{\mu_{1h}}{\mu_{0,h+1}} = \frac{\mu_{11}}{\mu_{02}}$.

Spółczynniki występujące w równaniach (43) i (45) przy zmiennych x_i , y nazywamy współczynnikami regresji. Mają one postać:

$$R_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{11} \quad R_x = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r_{11}.$$

Widzimy stąd, że:

$$r_{11} = \sqrt{R_x \cdot R_y}$$

to znaczy:

spółczynnik korelacji r_{11} jest średnią geometryczną obydwu współczynników regresji.

Jeżeli zmienna y jest bez korelacji z x , to $M_i = M_y$ i wtedy z równania (43) wynika że: $r_{11} = 0$. Jeżeli więc y jest bez korelacji z x , to współczynnik korelacji jest zerem. Odwrotnie: jeżeli współczynnik korelacji jest zerem, a prócz tego jeżeli wiemy, że linja regresji jest linią prostą, to y jest bez korelacji z x (z równania bowiem (43) wynika wtedy, że $M_i = M_y$). Jeżeli jednak linja regresji nie jest linią prostą, to y może być w korelacji z x , chociaż nawet $r_{11} = 0$. Widać to n. p. chociażby z równania (44), gdy linja regresji jest parabolą 2-go stopnia: chociaż $r_{11} = 0$, to wcale nie musi być M_i równe M_y .

Stąd wniosek, że współczynnik korelacji r_{11} nie nadaje się do mierzenia stopnia korelacji w przypadku ogólnym. Wyjątkowo tylko, gdy wiemy, że linje regresji są linjami prostymi, możemy użyć współczynnika r_{11} do rozstrzygnięcia, czy zachodzi korelacja, czy też nie. W tym specjalnym przypadku współczynnik korelacji r_{11} równa się wprost stosunkowi korelacji co do wartości bezwzględnej, jak tego można dowieść opierając się na wzorach (23), (24) i (43).

W przypadku, gdy zmienne x i y przybierają tylko po dwie wartości, linje regresji są zawsze linjami prostymi, bo zarówno przez dwa punkty $(x_1 M_{1,})$ $(x_2 M_{2,})$ da się poprowadzić jedna prosta, jak i przez punkty $(M_{,1} y_1)$ $(M_{,2} y_2)$. Wtedy więc zawsze $r_{11}^2 = \eta_{yx}^2 = \eta_{xy}^2$. Widzieliśmy zaś, że wtedy także $\eta_{yz}^2 = \varphi^2$.

Natomiast, jeżeli linja regresji nie jest linią prostą, to bezwzględna wartość współczynnika korelacji jest mniejsza od stosunku korelacji t. j.

$$r_{11}^2 < \eta_{yx}^2$$

jak to można okazać.

Tak więc, gdy $\eta_{yx}^2 = 1$, co dowodzi ścisłego, jednoznacznego związku funkcyjnego zmiennej y z x , to r_{11} wypadnie tylko wtedy $= 1$, gdy zależność funkcyjna ma postać: $y = ax + b$. Jeżeli zaś zależność funkcyjna jest inna, n. p. paraboliczna: $y = ax^2 + bx + c$, to wypadnie $r_{11}^2 < 1$. Nie można więc wykryć takiej zależności funkcyjnej przy pomocy samego współczynnika korelacji r_{11} , jakkolwiek można ją wykryć przy pomocy stosunku korelacji η_{yx} . Widzimy więc, że przy ocenianiu

*

„stopnia zależności“ współczynnik r_{11} ma mniejsze znaczenie, aniżeli stosunek η_{yx} lub η_{xy} .

Znaczenie współczynnika korelacji i prostych regresji zilustrujemy bardzo pouczającym przykładem (urnowym) podanym przez Charliera (l. c. str. 118—119). Chcemy zbadać korelację między liczbą pików i trefli u jednego gracza w grze w bridgea. Każdy gracz otrzymuje 13 kart z pośród 52 kart. Chcąc rozwiązać to zagadnienie przy pomocy tablicy korelacji, należałoby obliczyć, jakie jest prawdopodobieństwo, że pomiędzy 13 kartami z pośród 52 znajduje się: 0 pików i 0 trefli, 0 pików i 1 trefl, 1 pik i 0 trefli, 1 pik i 1 trefl,.....0 pików i 13 trefli. Te obliczone prawdopodobieństwa należałoby ułożyć w tabelkę, w której $x=0, 1, 2, \dots, 13$ oznacza liczbę pików a $y=0, 1, 2, \dots, 13$ liczbę trefli u jednego gracza. Następnie trzeba by obliczyć ogólne średnie M_x, M_y , błędy średnie σ_x, σ_y i moment μ_{11} . Prościej jednak dojdziemy do celu następującem bezpośredniem rozumowaniem. Jasnym jest, że każdy z 4 graczy otrzyma średnio $\frac{13}{4}$ pików, a więc $M_x = \frac{13}{4} = 3.25$ i średnio $M_y = \frac{13}{4} = 3.25$ trefli. Jeżeli gracz ma n. p. $x=7$ pików, to znaczy o 3.75 więcej aniżeli średnia x -ów, to z pozostałych 6 kart średnio otrzyma po 2 karty z każdego z 3 pozostałych kolorów, a więc średnio dwa trefle. Zatem średnia częściowa y -ów przy $x=7$ wynosi $M_7 = 2$. Liczba ta jest o 1.25 mniejsza od ogólnej średniej trefli, czyli o $\frac{3.75}{3}$ mniejsza od M_y . Różnica między M_7 , a M_y równa się więc $-\frac{1}{3}$ różnicy między 7 a M_x . Łatwo stwierdzić, co zresztą z góry jest oczywistem, że ten stosunek $-\frac{1}{3}$ zachowa się przy dowolnem x . Mamy więc ogólnie:

$$M_i - M_y = -\frac{1}{3} (x_i - M_x)$$

To jest równanie linii regresji zmiennej y (liczby trefli) względem zmiennej x (liczby pików). Współczynnik regresji wynosi tu:

$$R_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot r_{11} = -\frac{1}{3}$$

Jasnym jest skutek symetrii, że całkowita dyspersja σ_x zmiennej x jest w tem zagadnieniu równa całkowitej dyspersji σ_y zmiennej y , więc $\sigma_y : \sigma_x = 1$ i otrzymujemy:

$$r_{11} = -\frac{1}{3}.$$

Spółczynnik korelacji wynosi w tem zagadnieniu $-\frac{1}{3}$.

To znaczy: gdy x odchyli się od swej średniej ogólnej o jakąś liczbę, np. l , to średnia wartość y przy tem danem x odchyli się od swej ogólnej średniej o $\frac{1}{3}$ tej liczby l i to w kierunku przeciwnym; to znaczy, gdy x jest większe od M_x , to odpowiednia średnia y -ów będzie mniejsza od M_y o $\frac{1}{3}l$. Nadwyżka ponad średnią w jednym kolorze powoduje średnio równomierne obniżenie w trzech pozostałych kolorach.

Taki oto prosty, intuicyjnie oczywisty fakt, wyraża się w statystyce terminem: korelacja.

Niechaj czytelnik wypisze sam równanie drugiej linii regresji dla tego zagadnienia i przekona się na rysunku, że te dwie linie regresji bynajmniej się nie nakrywają!

Linie proste przedstawiające graficznie równania (33) i (45), to znaczy:

$$Y_i - M_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{11} (x_i - M_x) \quad . \quad . \quad . \quad (46)$$

$$X_j - M_x = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r_{11} (y_j - M_y) \quad . \quad . \quad . \quad (47)$$

mają bardzo ważne znaczenie nawet wtedy, gdy linie regresji nie są liniami prostymi, to znaczy, gdy ani średnie M_i nie leżą na jednej linii prostej, ani średnie $M_{,j}$. Nie możemy więc wtedy przeprowadzić jednej prostej przez wszystkie punkty: $(x_1 M_1), (x_2 M_2), \dots, (x_r M_r)$. Poszukajmy jednak takiej prostej, przewijającej się pomiędzy temi punktami, któraby je możliwie najlepiej aproksymowała metodą najmniejszych kwadratów. To znaczy szukamy takiej prostej:

$$Y_i = A_0 + A_1 x_i$$

aby suma kwadratów odchyłeń $Y_i - M_i$, była minimum, przy-
czem każde odchylenie liczy się tyle razy, ile razy ono wystę-
puje. Trzeba więc znaleźć minimum sumy:

$$\sum_{i=1}^r p_i (Y_i - M_i)^2.$$

Po wykonaniu prostych rachunków otrzymamy stąd na A_0 i A_1 takie wartości, że ostatecznie:

$$Y_i - M_y = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{11} (x_i - M_x)$$

zgodnie z równaniem (46).

Jakkolwiek więc prosta (46) nie przedstawia prawdziwej linii regresji, to jednak najlepiej z pośród wszystkich możliwych prostych aproksymuje badane punkty $(x_1, M_1), (x_2, M_2), \dots, (x_r, M_r)$.

To samo odnosi się do linii (47), gdy badamy korelację zmiennej x względem zmiennej y .

Uwaga. Używając współrzędnych normalnych (por. wzory (36) na str. 206) możemy przedstawić równania (46) i (47) w związanej formie:

$$\bar{\eta}_i = r_{11} \bar{\xi}_i \quad \bar{\xi}_j = r_{11} \bar{\eta}_j$$

gdzie $\eta_j = \frac{y_j - M_y}{\sigma_y}$ a $\bar{\eta}_i = \frac{Y_i - M_y}{\sigma_y}$ i podobnie dla $\xi_i, \bar{\xi}_j$.

Badanie linii regresji nie wystarcza jeszcze do zupełnego scharakteryzowania tablicy statystycznej dwóch zmiennych, jak to już zaznaczyliśmy na początku tego ustępu. Widzieliśmy, że należałoby prócz linii regresji badać także inne utwory, zawierające wyższe momenty mieszane zmiennych x, y . Przedewszystkiem więc należałoby zwrócić uwagę nie tylko na rozkład średnich częściowych, lecz także badać rozkład dyspersyj częściowych σ_i, σ_j (por. str. 200 wzór 20). W ogólnych przypadkach wartość takiej częściowej dyspersji zmiennej y zależy od zmiennej x , jest funkcją zmiennej x , a więc:

$$\sigma_i = f(x_i)$$

i podobnie:

$$\sigma_j = g(y_j).$$

Te dwie linie, zwane liniami dyspersji, wprowadzono istotnie do statystyki, lecz nie przeprowadzano nad nimi głębszych badań — o ile mi wiadomo — i nie znalazły one rozpowszechnienia w praktyce.

§ 7. Statystyka dwóch zmiennych przebiegających w sposób ciągły.

W rozważaniach poprzednich przyjmowaliśmy zawsze, że zmienne x i y przybierają tylko skończoną liczbę wartości. Ponieważ jednak bardzo wiele zjawisk w przyrodzie przebiega w sposób ciągły, przeto należy także dla takich przypadków opracować metody badań statystycznych. Wprawdzie w praktyce ma statystyk najczęściej do czynienia tylko z skończoną liczbą spostrzeżeń, a nawet, gdy zmienne przebiegają w sposób ciągły (jak n. p. czas), dzieli się zazwyczaj wartości tych zmiennych na skończoną liczbę przedziałów klasowych i stosuje się do nich metody statystyki zmiennych przebiegających tylko skończoną liczbę wartości (jak n. p. w Tablicy I).

Z drugiej jednak strony statystyk wie o tem, że jego spostrzeżenia dostarczają mu tylko fragmentów zjawisk przebiegających naprawdę w sposób ciągły. Stara się on zatem z takiej skończonej liczby fragmentów zrekonstruować ciągłe linje i powierzchnie, oddające możliwie najdokładniej przebieg zjawiska. Należy więc mieć do dyspozycji prócz schematów urnowych, złożonych z skończonej liczby elementów, także rozmaite schematy ciągłe, określone i opracowane w sposób ściśle matematyczny a charakteryzujące w sposób wystarczający rozmaite hipotezy przydatne w badaniach statystycznych.

Statystyka zmiennych (cech) przebiegających w sposób ciągły jest nawet poniekąd łatwiejsza od statystyki zmiennych przyjmujących tylko skończoną liczbę wartości, albowiem rozmaite twory, które są nieoznaczone dla skończonej liczby wartości, stają się zupełnie oznaczonymi w zakresie zmiennych ciągłych. Takimi utworami są n. p. linje frekwencji, powierzchnie frekwencji, linie regresji.

Zobaczymy ponadto, że wszystkie pojęcia, któreśmy poznali w poprzednich ustępach, dadzą się z łatwością niejako jednym zamachem uogólnić na zmienne przebiegające w sposób ciągły.

Zamiast rozmaitych tablic korelacji, charakteryzujących rozkład **prawdopodobieństw**: p_{ij} , występują przy ciągłych zmiennych funkcje dwóch zmiennych:

$$z = f(x, y)$$

charakteryzujące rozkład gęstości prawdopodobieństw a więc pośrednio także samych prawdopodobieństw.

Jeżeli się zrozumie dokładnie znaczenie tej funkcji $z=f(x, y)$, przedstawiającej gęstość prawdopodobieństwa, to wszystkie dalsze zagadnienia sprowadza się już do zwyczajnych zadań klasycznej analizy matematycznej, a mianowicie do badania i obliczania rozmaitych całek z funkcyj dwóch zmiennych. By jaknajprościej wyjaśnić znaczenie tej funkcji, wróćmy jeszcze do statystyki jednej zmiennej. Mówiliśmy już tam o linii frekwencji, której równanie ma w ogólności postać $y=f(x)$. Ta funkcja sama nie daje jeszcze prawdopodobieństwa czyli frekwencji, lecz dopiero całka z tej funkcji. Funkcja frekwencji czyli gęstość prawdopodobieństwa jest to taka funkcja $f(x)$, że prawdopodobieństwo, aby x przybierało jakąkolwiek wartość pomiędzy $x=a$ i $x=b$, jest równe:

$$\int_a^b f(x) dx$$

Używając geometrycznej terminologii powiemy: linja frekwencji jest to taka linja, że pole zawarte między tą linją, rzędnymi w punktach $x=a$ i $x=b$ i osią x -ów jest równe prawdopodobieństwu, aby punkt x padł w przedział (a, b) (por. rysunek 89 w Części I str. 482).

Przechodząc do statystyki dwóch zmiennych powiemy: *powierzchnią frekwencji nazywamy taką powierzchnię, że objętość zawarta między tą powierzchnią, między dowolnym obszarem D na płaszczyźnie (X, Y) i między walcem, którego tworzące przechodzą przez brzeg tego obszaru a są prostopadłe do płaszczyzny (X, Y) , jest równa prawdopodobieństwu, aby punkt (x, y) padł w ten obszar D .* Równanie tej powierzchni:

$$z=f(x, y)$$

nazywamy funkcją frekwencji. Ta funkcja nie może oczywiście przybierać wartości ujemnych a objętość zawarta między całą powierzchnią frekwencji a płaszczyzną (X, Y) musi być równa 1; albowiem prawdopodobieństwo, że punkt (x, y) przyjmie wogóle jakiekolwiek położenie na płaszczyźnie (X, Y) jest pewnością, gdy badamy jakąkolwiek populację pod względem dwóch cech.

Dla każdego zatem zjawiska statystycznego, przebiegającego w sposób ciągły w zależności od dwóch zmiennych x, y ,

istnieje jakaś powierzchnia frekwencji, jakaś funkcja frekwencji $z = f(x, y)$, charakteryzująca zupełnie całe to zjawisko, to znaczy pozwalająca obliczyć prawdopodobieństwo, że zmienne x, y przybierają dowolne wartości wewnątrz każdego z góry podanego obszaru. Podanie tej funkcji frekwencji $z = f(x, y)$ zastępuje więc w zupełności tablicę korelacyjną.

Uwaga. Jeżeli prawdopodobieństwo, że punkt (x, y) padnie w jakiś obszar D , nazwiemy $P(D)$, to możemy stąd obliczyć gęstość prawdopodobieństwa w każdym punkcie tego obszaru, czyli wartość z z wzoru:

$$z = \lim_{D \rightarrow 0} \frac{P(D)}{D}$$

przyczem obszar D dąży do zera tak, aby zawsze badany punkt (x, y) leżał wewnątrz kolejnych obszarów. Tę granicę nazywamy „pochodną połową“ funkcji $P(D)$. Możemy więc powiedzieć, że gęstość prawdopodobieństwa jest pochodną połową samego prawdopodobieństwa. Konstrukcja tego pojęcia odpowiada dokładnie znanemu z fizyki pojęciu gęstości mas rozmieszczonych powierzchniowo na płaszczyźnie (np. mas elektrycznych) i stąd pochodzi nazwa: gęstość prawdopodobieństwa. Samo prawdopodobieństwo $P(D)$ odpowiada więc całkowitej masie powierzchniowej znajdującej się w obszarze D .

Chcąc zatem obliczyć prawdopodobieństwo $P(D)$, że zmienne przyjmują wartości należące do dowolnego obszaru D na płaszczyźnie (X, Y) , należy utworzyć całkę podwójną z funkcji $z = f(x, y)$ po tym obszarze, t. j.:

$$P(D) = \int\int_{(D)} f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (48)$$

Pewność czyli 1 otrzymamy, gdy obszar D zajmie całą płaszczyznę (X, Y) od $x = -\infty$ do $x = +\infty$ i od $y = -\infty$ do $y = +\infty$. A więc każda funkcja frekwencji musi spełniać następujący warunek:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) dx dy = 1 \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Wszystkie wielkości, które wyrażamy sumami podwójnymi w statystyce zmiennych o skończonej liczbie wartości, należy

tutaj zastąpić całkami podwójnymi. I tak ogólny moment stopnia l w zmiennej x a stopnia k w zmiennej y (por. wzór (31) na str. 204) określamy zapomocą całki:

$$m_{lk} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^l y^k f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

A zatem średnia całkowita czyli nadzieja matematyczna wszystkich x -ów, jako moment m_{10} , wyraża się wzorem:

$$M_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

Podobnie do obliczenia średniej całkowitej wszystkich y -ów używa się tu wzoru:

$$M_y = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} y f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

Te wzory są identyczne z znanymi z mechaniki wzorami na momenty statyczne, o ile $f(x, y)$ oznacza gęstość powierzchniową.

Dyspersje otrzymuje się tworząc momenty drugiego stopnia, ale nie dla samych zmiennych x, y , tylko dla ich odchyleń od średnich M_x, M_y , t. j. dla różnic: $x - M_x, y - M_y$.

Otrzymamy zatem na dyspersje całkowite następujące wzory:

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M_x)^2 f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (53)$$

$$\sigma_y^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (y - M_y)^2 f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (54)$$

Moment mieszany drugiego stopnia dla tych odchyleń wyraża się wzorem:

$$\mu_{11} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M_x)(y - M_y) f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad (55)$$

Mając zaś już te wielkości, możemy obliczyć współczynnik korelacji: $r_{11} = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x \sigma_y}$, współczynniki regresji i t. p.

Prawdopodobieństwa częściowe i średnie częściowe określamy w następujący sposób.

Utwórzmy całkę pojedynczą według zmiennej y z funkcji $f(x, y)$ przy danem $x = x_i$, to znaczy:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x_i, y) dy.$$

Jest ona funkcją zmiennej x_i . Nazwijmy ją $\varphi(x_i)$ to:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x_i, y) dy = \varphi(x_i) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

Ta funkcja $\varphi(x_i)$ odpowiada całkowitemu, że zmienna x przybierze wartość x_i ; oznaczaliśmy ją dawniej symbolem p_i .

Podobne określenie stosuje się do zmiennej y :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y_j) dx = \psi(y_j) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

Ta funkcja $\psi(y_j)$ odpowiada całkowitemu prawdopodobieństwu, że y przybierze wartość y_j ; oznaczaliśmy to dawniej symbolem $p_{,j}$.

Geometrycznie: $\varphi(x_i)$ daje pole przekroju powierzchni frekwencji płaszczyzną prostopadłą do osi x -ów w odstępnie $x = x_i$ od początku układu. Podobne znaczenie ma funkcja $\psi(y_j)$.

Prawdopodobieństwo częściowe, że zmienna y przyjmie jakąkolwiek wartość między $y = a$ i $y = b$, gdy $x = x_i$, wyrazi się wzorem:

$$\int_a^b f(x_i, y) dy : \int_{-\infty}^{+\infty} f(x_i, y) dy$$

Odpowiada to dawniejszemu prawdopodobieństwu $p_{,j}^{(i)}$. Podobnie ma się rzecz dla zmiennej x .

Bardzo ważne są średnie częściowe y -ów przy danem $x = x_i$ i średnie częściowe x -ów przy danem $y = y_j$. Wyrażamy je wzorami:

$$M_i = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} y f(x_i, y) dy}{\int_{-\infty}^{+\infty} f(x_i, y) dy} = F(x_i) \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

$$M_j = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x f(x, y_j) dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y_j) dx} = G(y_j) \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

Są to zarazem równania linii regresji. Wzory te są uogólnieniem wzoru (10 a) lub (10 b) na str. 192 i analogicznych wzorów dla y_j . Teraz jednak zmienne x i y przebiegają w sposób ciągły. Każdej wartości x_i w pierwszym równaniu odpowiada jedna wartość M_i , a każdej wartości y_j w drugim równaniu odpowiada jedna wartość M_j . A więc linje regresji są przez te wzory zupełnie dokładnie wyznaczone — w przeciwieństwie do linii regresji w statystyce zmiennych przebiegających w sposób nieciągły.

Nietrudno okazać, że warunkiem koniecznym i dostatecznym niezależności stochastycznej jest, aby się funkcja frekwencji przedstawiała w postaci:

$$f(x, y) = h(x) \cdot g(y) \quad . \quad . \quad . \quad (60)$$

tj. jako iloczyn dwóch funkcji jednej zmiennej — oczywiście przy spełnianiu się warunku (49), właściwego wszystkim funkcjom frekwencji. Ten warunek (60) jest uogólnieniem warunku (6) na str. 183.

Średni kwadrat kontyngencji (por. str. 197 wzór 15) wyraża się tutaj także wzorem całkowym, a mianowicie:

$$\Phi^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{[f(x, y) - \varphi(x) \psi(y)]^2}{\varphi(x) \psi(y)} dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

przyczem funkcje φ i ψ są określone wzorami (56) i (57).

A. Normalne prawo frekwencji.

Z pośród rozmaitych możliwych praw rozkładu prawdopodobieństw czyli funkcji frekwencji najważniejsze jest prawo

normalne czyli prawo Bravais'go (ogłoszone w r. 1846) wyrażone wzorem:

$$z = f(x, y) = C e^{-(p^2 x^2 - 2rxy + q^2 y^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (62)$$

przyczem wyrażenie $p^2 x^2 - 2rxy + q^2 y^2$ jest stale dodatnie, t. j. jest formą kwadratową dodatnio-określoną; dzieje się to zaś wtedy, gdy $p^2 q^2 - r^2 > 0$.

Prawo to jest uogólnieniem znanego z statystyki jednej zmiennej prawa Gaussa.

Powierzchnia frekwencji określona takim równaniem ma postać dzwona spoczywającego nad płaszczyzną (X, Y) ; jego przekroje płaszczyznami równoległymi do (X, Y) są elipsami a przekroje płaszczyznami zawierającymi oś z są krzywymi Gaussa: np. $C e^{-k^2 x^2}$ lub $C e^{-m^2 y^2}$. Dzwon ten rozpląszcza się do nieskończoności we wszystkich kierunkach.

Związek tego prawa normalnego z prawem normalnem Gaussa dla jednej zmiennej jest następujący. Jeżeli prawo rozkładu prawdopodobieństw (krzywa frekwencji) jednej zmiennej u jest normalne (Gaussa), to:

$$p(u) = \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} e^{-h_1^2 u^2} \quad \left(\text{gdzie } h_1 = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2}} \right)$$

Podobnie dla drugiej zmiennej v niechaj funkcją frekwencji będzie:

$$p(v) = \frac{h_2}{\sqrt{\pi}} e^{-h_2^2 v^2}$$

Jeżeli rozkład par (u, v) jest stochastycznie niezależny, to

$$z = P(u, v) = \frac{h_1 h_2}{\pi} e^{-h_1^2 u^2 - h_2^2 v^2} \quad . \quad . \quad . \quad (63)$$

albowiem prawdopodobieństwo pary (u, v) musi się równać iloczynowi prawdopodobieństw osobno zmiennej u a osobno zmiennej v .

Obróćmy teraz osie spórzędnych (u, v) o dowolny kąt $-\alpha$ i nazwijmy spórzędne tych samych punktów w nowym układzie osi: (x, y) , to trzeba za u i v podstawić z znanych równań obrotu:

$$\begin{aligned} u &= x \cos \alpha + y \sin \alpha \\ v &= -x \sin \alpha + y \cos \alpha \end{aligned}$$

Otrzymamy wtedy:

$$z = f(x, y) = C e^{-(p^2 x^2 - 2rxy + q^2 y^2)}$$

gdzie stałe C , p , q , r wyrażają się w dość prosty sposób zapomocą h_1 , h_2 , α . Dla tych nowych zmiennych otrzymaliśmy więc normalne prawo rozkładu Bravais'go zgodnie z wzorem (62). Możemy więc powiedzieć, że normalne prawo rozkładu jest to takie prawo, w którym zmienne x , y niekoniecznie są niezależne stochastycznie, lecz przez obrót osi współrzędnych z powrotem o pewien kąt α można uzyskać, że nowe współrzędne u , v są niezależne stochastycznie a każda z nich osobno spełnia normalne prawo Gaussa jednej zmiennej. Stałą C wyznacza się z warunku (49); wykonując całkowanie otrzyma się $C\pi: \sqrt{p^2 q^2 - r^2} = 1$, a więc:

$$C = \frac{1}{\pi} \sqrt{p^2 q^2 - r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (64)$$

Momenty m_{10} i m_{01} są tu zerami, widocznie więc średnia x -ów i średnia y -ów wypada w początku układu: $M_x = 0$ i $M_y = 0$. Momenty dla tej funkcji z są więc widocznie momentami drugiego rodzaju (por. str. 205), oznaczymy je zatem literami μ_{ik} . Obliczmy te momenty drugiego stopnia:

$$\mu_{20} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f(x, y) dx dy = \sigma_x^2 \quad . \quad . \quad . \quad (65)$$

$$\mu_{02} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} y^2 f(x, y) dx dy = \sigma_y^2 \quad . \quad . \quad . \quad (66)$$

$$\mu_{11} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x y f(x, y) dx dy \quad . \quad . \quad . \quad (67)$$

Wykonując te całkowania dla funkcji $z = f(x, y)$ podanej wzorem (62) otrzymamy

$$\sigma_x^2 = \frac{q^2}{2(p^2 q^2 - r^2)} \quad \sigma_y^2 = \frac{p^2}{2(p^2 q^2 - r^2)} \quad \mu_{11} = \frac{r}{2(p^2 q^2 - r^2)}$$

a stąd można już wyrazić stałe p , q , r , C zapomocą momentów σ_x^2 , σ_y^2 , μ_{11} a mianowicie:

$$p^2 = \frac{\sigma_y^2}{2(\sigma_x^2 \sigma_y^2 - \mu_{11}^2)} \quad q^2 = \frac{\sigma_x^2}{2(\sigma_x^2 \sigma_y^2 - \mu_{11}^2)} \quad r = \frac{\mu_{11}}{2(\sigma_x^2 \sigma_y^2 - \mu_{11}^2)} \quad . \quad (68)$$

Przy pomocy zaś tych wzorów możemy także stałą C wyrazić zapomocą momentów, a mianowicie podstawimy te znalezione wartości p , q , r w wzór (64) i otrzymamy:

$$C = \frac{1}{2\pi \sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2 - \mu_{11}^2}}$$

Jeżeli zatem o jakiejś tablicy statystycznej wiemy z góry, że spełnia normalne prawo Bravais'go i chcemy je dokładnie wyznaczyć, to musimy wyznaczyć stałe C , p , q , r . Do tego zaś są potrzebne momenty σ_x , σ_y , μ_{11} . Nie możemy jednak obliczyć ściśle tych momentów przy pomocy wzorów całkowych (65), (66), (67), nie znamy bowiem dokładnie funkcji $z=f(x, y)$. Wobec tego obliczamy z danej tablicy statystycznej momenty sumowe μ_{20} , μ_{02} , μ_{11} zapomocą wzorów (33), (34) i (35) na str. 205 i identyfikujemy je z momentami całkowymi. Możemy następnie wykryć te osie, przy których zmienne są stochastycznie niezależne. Trzeba tylko znaleźć kąt obrotu α . Otóż łatwo okazać, że przez obrót o kąt spełniający warunek:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\mu_{11}}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2} \quad \dots \quad (69)$$

da się sprowadzić równanie (62) do postaci (63). Są to znane z geometrii analitycznej warunki służące do wykrycia osi głównych elipsy:

$$p^2 x^2 - 2rxy + q^2 y^2 = A$$

Okazuje się, że stałe h_1 i h_2 występujące we wzorze (62) można też łatwo wyrazić zapomocą momentów. Znamiennem jest, że do ścisłego wyznaczenia normalnego rozkładu prawdopodobieństw wystarczy zupełnie znajomość pięciu stałych liczb, a mianowicie momentów: M_x , M_y , σ_x , σ_y i μ_{11} .

Zmienne u , v przy rozkładzie prawdopodobieństw podanym wzorem (63) były stochastycznie niezależne. Przez sam tylko obrót osi a przy zupełnie tej samej powierzchni frekwencji otrzymaliśmy nowe współrzędne: x , y , o których wykażemy, że są nie tylko stochastycznie zależne od siebie, ale co więcej, są nawet w korelacji z sobą. Otóż przy pomocy wzoru (58) możemy obliczyć miejsce geometryczne średnich częściowych wszystkich y -ów. Wstawiając w ten wzór za $f(x, y)$ wartość (62) otrzymamy:

$$M_i = \frac{r x_i}{q^2}$$

czyli

$$M_i = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x^2} \cdot x_i$$

Wykazaliśmy zatem, że przy normalnym rozkładzie Bravais'go linja regresji zmiennej y względem zmiennej x jest linią prostą. Byłaby ona tylko wtedy równoległa do osi x -ów, a nawet samą osią x -ów, gdyby było $\mu_{11}=0$, czyli gdyby było $r=0$ (por. wzór 68) czyli gdyby kąt obrotu był zerem (por. wzór 69). Wtedy mielibyśmy odrazu do czynienia z specjalnym przypadkiem prawa Bravais'go a mianowicie z wzorem (63) zamiast ogólnego (62).

W ogólnym zatem przypadku normalnego prawa rozkładu, gdy $r \neq 0$, zmienna y jest w korelacji z zmienną x .

Takie same rozważania odnoszą się do korelacji zmiennej x względem zmiennej y . Otrzymujemy w tym wypadku prostą linię regresji:

$$M_j = \frac{\mu_{11}}{\sigma_y^2} \cdot y_j$$

Spółczynnik korelacji, jako średnia geometryczna obydwu współczynników regresji, ma tu postać:

$$r_{11} = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{r}{p q}$$

Stąd odrazu widać, że zmienne będą bez korelacji wtedy i tylko wtedy, gdy we wzorze (62) brak wyrazu mieszanego xy .

B. O ogólnych prawach frekwencji.

Ponieważ dawniej sądzono, że prawo normalne jest najogólniejszym prawem frekwencji, przeto naginano do tych pojęć całą teorię korelacji i stąd pochodzi dominująca rola współczynnika korelacji i prostych regresji w statystyce społecznej. Teorię rozkładu normalnego opracowano nadzwyczaj szczegółowo i zastosowano do rozmaitych zagadnień, nieraz tylko bardzo luźnie związanych z tem prawem (np. korelacja tetrahoryczna; zob. Elderton l. c., Jordan l. c., Charlier l. c.). Zastosowano to prawo do balistyki przy badaniu rozrzucenia pocisków i strzelania do tarczy; osobny podręcznik poświęcił tym zastosowaniom J. Haag p. t. Application au tir. (Traité du calcul des probabilités et des applications, Paris 1926).

Udowodniono wprawdzie, że rozkład błędów obserwacji na płaszczyźnie (t. j. w dwóch zmiennych) spełnia to prawo normalne przy dość szerokich założeniach (dowód znajdzie czytelnik w podręczniku Castelnovo'a p. t. *Calcolo delle probabilità*. Tom II. Bologna 1928, str. 218 i nast.). Obmyślono również dość proste schematy urnowe, w których prawdopodobieństwo odchylenia od średniej dąży do prawa normalnego, gdy ilość prób wzrasta nieograniczenie (Darmois, Charlier). Jednakże pomimoto wiemy dzisiaj, że prawo normalne zdarza się zupełnie wyjątkowo, podobnie jak prawo Gaussa w statystyce jednej zmiennej.

Wynikła stąd potrzeba badania ogólniejszych funkcji frekwencji aniżeli funkcja określona wzorem (62). Najdalej idące wyniki osiągnął w tym kierunku N. R. Jørgenson w pracy p. t. *Undersøgelse over Frequensflader og Korrelation*. Kopenhaga r. 1916, str. 1—208) uogólniając metody Charliera (szkoły skandynawskiej). Zwięzłe przedstawienie tych metod znajdzie czytelnik w podręczniku Jordana w § 106. Ogłaszano o tem zagadnieniu także prace posługujące się metodami szkoły Pearsona (por. Część I, str. 500—501), np. Seimatsu Narumi. (*Biometrika* r. 1923).

§ 8. Uwagi o statystyce trzech i więcej zmiennych.

Dotychczas zajmowaliśmy się jedynie statystyką dwóch zmiennych. Przy głębszem statystycznym badaniu rozmaitych zjawisk należy nieraz zwrócić uwagę na trzy i więcej cech. Metody statystyki 3 i więcej zmiennych opracowano dotychczas jedynie dla normalnego rozkładu frekwencji, uogólniając bezpośrednio normalne prawo Bravais'go i konsekwencje z niego wynikające. O ile zaś chodzi o zmienne przybierające tylko skończoną liczbę wartości, to poprzestano na badaniu utworów regresji pierwszego stopnia i na współczynnikach korelacji.

Biorąc np. pod uwagę trzy zmienne x, y, u , określa się rozkład normalny wzorem:

$$z = f(x, y, u) = Ce^{-(a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}u^2 + 2a_{12}xy + 2a_{13}xu + 2a_{23}yu)}$$

przyczem formę kwadratową znajdującą się w wykładniku obiera się dodatnią (przedstawia ona elipsoidę, gdy położymy ją równą liczbie stałej).

Stałe $C, a_{11}, a_{22}, \dots, a_{23}$ można wyrazić zapomocą sześciu momentów drugiego rodzaju:

$$\mu_{200} \quad \mu_{020} \quad \mu_{002} \quad \mu_{011} \quad \mu_{101} \quad \mu_{110}$$

przyczem np.

$$\mu_{101} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x u f(x, y, u) dx dy du$$

Położmy:

$$\begin{aligned} \mu_{200} &= \sigma_x^2 & \mu_{020} &= \sigma_y^2 & \mu_{002} &= \sigma_u^2 \\ \mu_{011} &= r_{23} \sigma_y \sigma_u & \mu_{101} &= r_{31} \sigma_x \sigma_u & \mu_{110} &= r_{12} \sigma_x \sigma_y \end{aligned}$$

Liczby $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_u$ przedstawiają całkowite dyspersje (błędy średnie) zmiennych x, y, u a r_{12}, r_{23}, r_{13} są współczynnikami korelacji całkowitej: np. r_{23} jest współczynnikiem korelacji całkowitej zmiennej y względem zmiennej u .

Badając średnie częściowe zmiennej x przy danych y, u otrzymujemy już nie linię regresji lecz powierzchnię regresji, która jest płaszczyzną P_1 w przypadku normalnego rozkładu.

Równanie tej płaszczyzny regresji ma postać:

$$M(x) = b_{12,3} y + b_{13,2} u$$

Otrzymujemy trzy takie płaszczyzny regresji: prócz P_1 jeszcze P_2 i P_3 o równaniach:

$$M(y) = b_{21,3} x + b_{23,1} u$$

$$M(u) = b_{31,2} x + b_{32,1} y$$

Spółczynniki b można wyrazić w dość prosty sposób zapomocą współczynników korelacji całkowitej, np.

$$b_{12,3} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

Weźmy pod uwagę płaszczyznę równoległą do płaszczyzny (X, Y) w odstępnie $u = c$. Płaszczyzny regresji P_1 i P_2 przecinają ją wzdłuż prostych:

$$M(x) = b_{12,3} y + b_{13,2} c$$

$$M(y) = b_{21,3} x + b_{23,1} c$$

Są to proste regresji zmiennych x i y , gdy trzecia zmienna jest ustalona. Korelację tych zmiennych x, y w płaszczyźnie $u = c$ traktujemy tak, jak w statystyce dwóch zmiennych. I tak ich współczynnik korelacji jest średnią geometryczną obydwu współ-

czynników kierunkowych tych prostych czyli współczynników regresji:

$$r_{12,3} = \sqrt{b_{12,3} \cdot b_{21,3}} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}$$

Ten współczynnik korelacji $r_{12,3}$ nazywa się częściowym współczynnikiem korelacji zmiennych x, y w odróżnieniu od całkowitego współczynnika korelacji tych zmiennych r_{12} .

Te częściowe współczynniki korelacji dadzą się interpretować geometrycznie w bardzo interesujący sposób przy pomocy trygonometrii sferycznej trójwymiarowej i wielowymiarowej, o ile mamy do czynienia z większą liczbą zmiennych (zob. Darmais l. c. str. 255).

Dla zmiennych x, y, u przybierających tylko skończoną liczbę wartości opracował U. Yule (por. Część I, str. 478, spis literatury) szczegółowo metody korelacji częściowej i zastosował je do konkretnych, liczbowo opracowanych, zagadnień statystycznych. W podręczniku swym poświęca Yule cały rozdział XII korelacji częściowej.

Uogólniono także pojęcie stosunków korelacji η_{yz} i η_{xy} (por. str. 201) na wiele zmiennych (por. np. Rozdział XI podręcznika L. Rietza, cytowany w Części I w spisie literatury).

Poprzestając tutaj na tych kilku uwagach o statystyce wielu zmiennych, przejdziemy jeszcze do omówienia kilku pojęć statystyki dwóch zmiennych, którym poświęcono osobne rozdziały w rozmaitych podręcznikach statystyki.

§ 9. Korelacja rzędów.

(Correlation from ranks. Rangkorrelation).

Przy badaniu korelacji odgrywają istotną rolę wartości liczbowe cech x, y . Rozmaite stany tych cech muszą więc być wyrażone ilościowo. Dla cech zmieniających się tylko jakościowo można badać w sposób ścisły jedynie zależność i niezależność stochastyczną, do czego służą metody kontyngencji (por. § 3 zakończenie i koniec § 1). Jeżeli jednak ponumerujemy rozmaite stany cech x, y numerami:

1, 2, 3, n

i do tych numerów zastosujemy te same operacje, któreśmy stosowali do wartości tych cech, to możemy i teraz mówić

*

o korelacji numerów cech, jednak nie można tu mówić o korelacji wartości cech.

Dla odróżnienia od zwyczajnej korelacji wartości cech nazywamy taką korelację numerów, uzyskaną przez sztuczne stopniowanie cech: **korelacją rzędów**. Wyjaśnimy najpierw na prostym przykładzie, jak się postępuje w takich przypadkach.

Zbadano 10 uczniów pod względem dwóch cech: rozwoju psychicznego: x i rozwoju fizycznego: y , stworzywszy sobie jakieś kryterja służące do uszeregowania wszystkich uczniów pod względem każdej cechy z osobna. Otrzymano w ten sposób dwa, odmienne w ogólności, szeregi liczb (numerów) od 1 do 10 np.

(x) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

(y) 9, 5, 10, 7, 8, 6, 4, 1, 3, 2

Numery te będziemy oznaczali po porządku literami: $x_1=1, x_2=2, x_3=3, \dots$ a $y_1=9, y_2=5, y_3=10, y_4=7, \dots$

Tak np. uczeń, który był pierwszym pod względem rozwoju psychicznego, okazał się dziewiątym z rzędu pod względem rozwoju fizycznego. Na podstawie tych dwóch szeregów sporządzamy zamiast tabelki kontyngencji poniższą tabelkę korelacji.

Tak np. liczba 1 w kolumnie z napisem 4 a w wierszu z napisem 7 oznacza, że 1 uczeń łączył (sztuczną) wartość 4 cechy x z wartością 7 cechy y , czyli był 4-tym pod względem rozwoju psychicznego a 7-mym pod względem rozwoju fizycznego.

Weźmy pod uwagę taką ogólną tabelkę dla dwóch szeregów złożonych z n elementów:

1, 2, 3, n .

Każdy badany osobnik otrzymuje pewien numer zarówno przy klasyfikacji według jednej jak i według drugiej cechy.

Gdybyśmy dla tej tablicy zbadali współczynnik kontyngencji, np. współczynnik Czuprowa (por. str. 198, wzór 18), to otrzymalibyśmy wartość $T=1$, wskazującą, że istnieje zupełna jedno-jednoznaczna zależność funkcyjna zmiennych x i y od siebie, co zresztą z góry jest oczywiste. Widzimy zatem, że metody kontyngencji nie dorzucają żadnego nowego światła do tego zagadnienia, a więc nie są tu pożyteczne.

Tabela XV.

$x \backslash y$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								1		
2										1
3									1	
4							1			
5		1								
6						1				
7				1						
8					1					
9	1									
10			1							

Dokładniejsze scharakteryzowanie zachowania się tych dwóch szeregów otrzymamy obliczając współczynnik korelacji, zwykłymi metodami. Do tego celu musimy jednak uczynić daleko idącą hipotezę, że liczby 1, 2, 3, ..., n , wyrażając nie tylko numery uporządkowania szeregów ale wprost wartości liczbowe badanych cech. Przy takim założeniu obliczenie współczynnika korelacji nie sprawia już żadnych trudności.

Średnią wartością wszystkich x -ów jest:

$$M_x = \frac{1}{n} \cdot 1 + \frac{1}{n} \cdot 2 + \frac{1}{n} \cdot 3 + \dots + \frac{1}{n} \cdot n = \frac{n(n+1)}{n \cdot 2} = \frac{n+1}{2}$$

albowiem $\frac{1}{n}$ jest prawdopodobieństwem wystąpienia każdej wartości x . Taksamo:

$$M_y = \frac{n+1}{2}$$

Dyspersję zmiennej x obliczy się z wzoru:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \left[\left(1 - \frac{n+1}{2}\right)^2 + \left(2 - \frac{n+1}{2}\right)^2 + \dots + \left(n - \frac{n+1}{2}\right)^2 \right]$$

skąd po wykonaniu łatwych rachunków otrzymamy:

$$\sigma_x^2 = \frac{n^2 - 1}{12}.$$

Odchylenia $y_i - \frac{n+1}{2}$ przebiegają te same wartości $1 - \frac{n+1}{2}, 2 - \frac{n+1}{2}, \dots, n - \frac{n-1}{2}$, tylko w dowolnie zmienionym porządku, ale na sumę nie ma to żadnego wpływu. Zatem także dyspersja σ_y^2 jest:

$$\sigma_y^2 = \frac{n^2 - 1}{12}.$$

Do obliczenia współczynnika korelacji r_{11} potrzebny jest jeszcze moment mieszany μ_{11} , to znaczy:

$$\mu_{11} = \frac{1}{n} \left[\left(1 - \frac{n+1}{2}\right) \left(y_1 - \frac{n+1}{2}\right) + \left(2 - \frac{n+1}{2}\right) \left(y_2 - \frac{n+1}{2}\right) + \dots + \left(n - \frac{n+1}{2}\right) \left(y_n - \frac{n+1}{2}\right) \right].$$

Uzupełniając wyrażenia zawarte w klamrze do kwadratów zupełnych i wykonując proste rachunki otrzymamy:

$$\mu_{11} = \sigma_x^2 - \frac{1}{2n} \left[(1 - y_1)^2 + (2 - y_2)^2 + \dots + (n - y_n)^2 \right]$$

lub krótko:

$$\mu_{11} = \sigma_x^2 - \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (i - y_i)^2.$$

Wobec tego współczynnik korelacji: $r_{11} = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x \sigma_y}$ ma tu wartość:

$$r_{11} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)} \dots \dots \dots (70)$$

Jest to wzór Spearmana służący do obliczenia współczynnika korelacji rzędów.

Jeżeli uporządkowanie obu szeregów jest zgodne, to każde $y_i = i$ i zostaje $r_{11} = 1$ i odwrotnie, jeżeli $r_{11} = 1$, to musi być $\sum_{i=1}^n (i - y_i)^2 = 0$ a więc $y_i = i$ przy każdym i , a to

znaczy, że uporządkowanie jest zgodne. Wtedy w tablicy korelacji wszystkie jedyńki znajdują się na przekątnej tej tablicy biegnącej od kratki (1,1) do kratki (n, n).

Jeżeli szeregi są uporządkowane przeciwnie (jedyńki znajdują się w tablicy korelacji na drugiej przekątnej), to różnice $y_i - i$ wynoszą kolejno:

$$n-1, \quad n-1-2, \quad n-2-3, \dots$$

Łatwo okazać, że suma kwadratów tych różnic ma wartość:

$$\sum_{i=1}^n (i-y_i)^2 = \frac{n(n^2-1)}{3}$$

a więc wtedy:

$$r_{11} = 1 - \frac{6 \cdot n(n^2-1)}{3n(n^2-1)} = 1-2 = -1$$

Gdy związek obu szeregów nie jest taki ścisły, to otrzymujemy na r_{11} jakąś liczbę ułamkową zawartą między -1 a $+1$ ¹⁾.

Widzimy zatem, że współczynnik korelacji rzędów jest zwyczajnym współczynnikiem korelacji wartości cech, dla specjalnego, bardzo prostego typu tablic korelacyjnych (typu tablicy XV). Korelacja rzędów jest więc specjalnym przypadkiem ogólnej teorii korelacji. Pomimo to wszyscy znani mi autorowie traktują korelację rzędów jako jakąś odrębną teorię *sui generis*, przeoczając ten zasadniczy fakt, że jest ona tylko bardzo specjalnym i bardzo prostym zarazem przypadkiem zwyczajnej, prawidłowej teorii korelacji.

Takie porównywanie rzędów można uogólnić także na przypadek, gdy zarówno pierwsza jak i druga cecha przyjmują te same wartości nie tylko dla jednego osobnika, lecz dla dwóch i więcej, dla całych grup osobników. Wtedy w tablicy korelacji wystąpią nie tylko jedyńki, lecz także inne liczby i będą rozmieszczone gęściej, aniżeli w tablicy XV. Obliczanie współczynnika korelacji nie przedstawi także w tym ogólniejszym przypadku żadnych zasadniczych trudności.

To proste, oczywiste ujęcie teorii korelacji rzędów nie wystarczyło jednak Pearsonowi. Wprowadził on dodatkową

¹⁾ Czuprow (l. c. str. 10 i 123) twierdzi, że ten współczynnik $r_{11} = 0$, gdy szeregi są niezależne (stochastycznie). Tymczasem zmienne x, y przebiegające takie szeregi są zawsze stochastycznie zależne, jak to widać z budowy tablicy XV.

hipotezę, że taka tablica korelacyjna czyni zadość normalnemu prawu Bravais'go. Obliczył współczynnik korelacji r_{11}' tego normalnego rozkładu, odpowiadającego szeregom:

$$(x) \dots 1, 2, 3, \dots \dots n$$

$$(y) \dots y_1, y_2, y_3 \dots \dots y_n$$

Przy pomocy dość skomplikowanego aparatu rachunkowego (całek poczwórnych i równań różniczkowych) otrzymał Pearson wynik:

$$r_{11}' = 2 \sin \left(\frac{\pi}{6} \cdot r_{11} \right) = 1.04 \dots r_{11}$$

a więc różniący się tylko o 4%, co w praktyce statystycznej nie ma zwykle znaczenia.

Nasuwają się jednak poważne wątpliwości, czy hipoteza Pearsona ma wogóle w tym przypadku jakiegokolwiek uzasadnienie, czy nie jest to typowy przykład na owo: „rozciąganie szeregów statystycznych na prokrustowym łożu prawa normalnego“ wspomniane przez Fishera (por. Część I, str. 484).

Musimy jednak raz jeszcze dobitnie zaznaczyć, że przy używaniu tego współczynnika korelacji rzędów trzeba być bardzo oględnym, ponieważ polega ono na sztucznym stopniowaniu ilościowym cech jakościowych. Otrzymujemy zatem tylko pobieżny obraz zależności statystycznej, czasem przybliżony a czasem wręcz błędny, gdy klasyfikacja cech jest nieodpowiednia. Pomimo to W. Wirth l. c. w podręczniku swym poświęca korelacji rzędów bardzo wiele miejsca (np. cały Rozdział IV, str. 180—234), przeceniając wybitnie jego znaczenie.

Korelacja rzędów daje wprawdzie ścisły, poprawny schemat matematyczny, lecz należy go stosować z zaufaniem tylko wtedy, gdy potrafimy istotnie wprowadzić liczbowe stopniowanie cech, na odstępach liczbowo równe.

§ 10. Kowarjacja.

Bardzo pospolitem zagadnieniem statystyki jest porównywanie przebiegu dwóch szeregów statystycznych jednej zmiennej lub dwóch linii uzyskanych z jakichś spostrzeżeń. Jest to zagadnienie na pozór zasadniczo odmienne od badania tablic korelacyjnych dwóch zmiennych (np. postaci tablicy I) lub od badań powierzchni frekwencji.

Weźmy pod uwagę dwa szeregi statystyczne :

$$\left. \begin{array}{cccccccc} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & x_N \\ y_1 & y_2 & y_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & y_N \end{array} \right\} \dots \dots \dots (71)$$

podające frekwencje jakichś dwóch zmiennych. Poszczególnym wartościom x_i odpowiadają te wartości y_i , które umieściliśmy pod nimi. Zarówno w jednym jak i w drugim szeregu może się ta sama liczba powtarzać dowolnie wiele razy; np. jeżeli $x_1 = a_1$, to może być także $x_5 = a_1$, $x_k = a_1$ i t. p. np. n_1 razy.

Badamy te dwa szeregi w zależności od wskaźnika 1, 2, 3, ..., N (same jednak liczby $x_1 x_2 \dots x_N$ nie muszą być ani w równych odstępach ani nie muszą być liczbami całkowitemi, jak to miało miejsce przy badaniu korelacji rzędów). Ogólniej: x może być podane jako dowolna funkcja jednoznaczna $f(t)$ zmiennej t (przebiegającej już niekoniecznie tylko liczby 1, 2, 3, ..., N) a y jako jakaś inna funkcja $h(t)$ tej samej zmiennej t .

Chcemy porównać z sobą w jakiś sposób przebieg krzywych $f(t)$ i $h(t)$, np. badać, czy one równocześnie rosną i maleją; czy jedna wzrasta lub maleje proporcjonalnie do drugiej czy też w jakimś innym, zawilszym stosunku; czy odchylenia surowej statystycznej krzywej $f(t)$ od jakiejś pośredniej, wyrównanej krzywej $F(t)$ pozostają w jakimś związku z odchyleniami surowej krzywej $h(t)$ od odpowiednio wyrównanej krzywej $H(t)$ i t. p. G. Darmois proponuje, by z zagadnień tego rodzaju stworzyć nową teorię, zwaną teorią **kowarjacji**¹⁾, w odróżnieniu od korelacji. Odpowiednim terminem w języku polskim byłaby: spółzmiennność w odróżnieniu od spółzależności, t. j. korelacji.

Zagadnienia takie traktowano dotychczas jako specjalne przypadki korelacji a dopiero w ostatnich czasach powstają specjalne nowe metody badania kowarjacji. W literaturze podręcznikowej jedynie Darmois poświęca w swej „Statistique mathématique“ (Paris 1928) temu zagadnieniu osobny rozdział XI p. t. „La covariation. Comparaison des courbes statistiques...“ str. 258—300.

¹⁾ Terminu tego używa systematycznie M. J. March „Essai sur un mode d'exposer les principaux éléments de la théorie statistique“.

Wyjaśnimy na najprostszym zagadnieniu istotę tej nowej metody w porównaniu z metodą zwyczajnej teorii korelacji.

Korelację szeregów (71) uważa się za najściślejszą wtedy, gdy wartości y są proporcjonalne do odpowiadających im wartości x i to przy każdym t , czyli gdy zachodzi związek:

$$y = ax$$

lub wyraźnie:

$$h(t) = af(t).$$

Jeżeli zaś nie zachodzi proporcjonalność, to $y_i \neq ax_i$. Biorąc więc za y_i wartość ax_i , popełniamy błąd $y_i - ax_i$. Obierzmy współczynnik a tak, aby suma kwadratów wszystkich błędów była minimum t. j. aby:

$$B^2 = (y_1 - ax_1)^2 + (y_2 - ax_2)^2 + \dots + (y_N - ax_N)^2$$

było minimum. Po wykonaniu prostych rachunków otrzymamy z tego warunku następującą wartość na współczynnik a :

$$a = \frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_N y_N}{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}$$

Oznaczmy krótko:

$$\sum_{i=1}^N x_i y_i = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_N y_N = s_{xy}$$

$$\sum_{i=1}^N x_i^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2 = s_x^2$$

$$\sum_{i=1}^N y_i^2 = s_y^2,$$

to

$$a = \frac{s_{xy}}{s_x^2} \dots \dots \dots (72)$$

Podstawiając tę wartość w B^2 otrzymamy:

$$B = s_y \sqrt{1 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2 s_y^2}} = s_y \sqrt{1 - r^2} \dots \dots (73)$$

gdzie literą r oznaczyliśmy wyrażenie:

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^N y_i^2}} \dots \dots (74)$$

Łatwo można okazać, że bezwzględna wartość tej liczby r nie przekracza 1, t. j. że $-1 \leq r \leq 1$. Jeżeli $r = +1$ lub $r = -1$, to całkowity błąd $B = 0$, jak to widać z wzoru (73). To zaś znaczy, że wszystkie błędy $y_i - ax_i$ są zerami, a więc wtedy zachodzi ścisła proporcjonalność: $y_i = ax_i$.

Odwrotnie, jeżeli zachodzi ścisła proporcjonalność, to z wzoru (74) otrzymamy $r = +1$ lub $r = -1$. Im mniejsze jest r co do bezwzględnej wartości, im bliższe zera, tem dalej odbiega od proporcjonalności związek szeregów statystycznych (71). Tę liczbę r przyjęto jako najprostszą miarę kowariancji danych szeregów statystycznych. Nazwijmy ją wskaźnikiem linjowości związku y z x .

Spółczynnik ten ma budowę bardzo podobną do współczynnika korelacji r_{11} , ma jednak inne znaczenie i inną wartość aniżeli r_{11} .

Uwaga: Darmois wyprowadza współczynnik r i inne podobne współczynniki używając rozumowań z zakresu wielowymiarowej (N -wymiarowej) geometrii i posługując się metodami Czebyszewa w interpolacji. Dogodniejszym jest użycie powyższej bardzo prostej metody rozumowania.

Zobaczymy teraz, w jaki sposób zwyczajnymi metodami można zbadać korelację tych szeregów (71). Otóż trzeba je najpierw przekształcić na tablicę korelacji w następujący spo-

Tabela XVI.

	a_1	a_2	.....	a_r	
b_1	n_{11}	n_{21}	.....	n_{r1}	$n_{,1}$
b_2	n_{12}	n_{22}	.....	n_{r2}	$n_{,2}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
b_s	n_{1s}	n_{2s}	.....	n_{rs}	$n_{,s}$
	$n_{1,}$	$n_{2,}$		$n_{r,}$	N

sób. Jeżeli w szeregu $x_1 x_2 \dots x_N$ występuje tylko r różnych wartości $a_1 a_2 \dots a_r$ (ustawionych tu według wielkości) a podobnie w szeregu $y_1 y_2 \dots y_N$ tylko s różnych wartości $b_1 b_2 \dots b_s$, to za jedną zmienną obierzemy $a = a_1, a_2, \dots, a_r$ a za drugą $b = b_1, b_2, \dots, b_s$.

Policzmy te pary (x_i, y_i) , w których $x = a_1$ a $y = b_1$ i niechaj będzie n_{11} takich par (może też być $n_{11} = 0$). Podobnie n_{12} niech oznacza liczbę takich par (x_i, y_i) , w których $x = a_1$ a $y = b_2$ i t. d. Z tych liczb $n_{11} n_{12} \dots$, budujemy tabelkę korelacji (p. tab. pow.).

Do tej tablicy możemy już stosować zwyczajne metody korelacji.

I tak chcąc obliczyć współczynnik r_{11} korelacji obliczamy najpierw średnią ogólną (ważoną) wszystkich a . Jest ona zarazem średnią arytmetyczną ogólną wszystkich x a mianowicie:

$$M_x = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + \dots + n_r a_r}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N}$$

Podobnie:

$$M_y = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_N}{N}$$

Następnie trzeba obliczyć dyspersje całkowite, t. j.

$$\sigma_x^2 = \frac{(x_1 - M_x)^2 + (x_2 - M_x)^2 + \dots + (x_N - M_x)^2}{N}$$

$$\sigma_y^2 = \frac{(y_1 - M_y)^2 + (y_2 - M_y)^2 + \dots + (y_N - M_y)^2}{N}$$

Współczynnik zaś korelacji r_{11} wyraża się wzorem:

$$r_{11} = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \cdot \frac{(x_1 - M_x)(y_1 - M_y) + (x_2 - M_x)(y_2 - M_y) + \dots + (x_N - M_x)(y_N - M_y)}{N}$$

lub:

$$r_{11} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - M_y)^2}} \quad (75)$$

Widzimy, że budowa tego współczynnika korelacji r_{11} jest bardzo podobna do budowy wskaźnika linjowości r (por. wzór 74).

G. Darmonis spostrzegłszy tę interesującą analogję wypowiedział następujące uwagi (l. c. p. 271—272): „Mais, à notre

avis, il y a grand inconvénient à donner à ces indices (r) le nom même de coefficient de corrélation..... Les indices ne sont jusqu'ici fondés sur aucune conception théorique..... Ces indices ne sont que des moyens commodes de mesurer la rectilinearité d'une relation fonctionnelle“.....

Zastanowiwszy się jednak głębiej nad przyczyną podobieństwa wzorów (74) i (75) na r i r_{11} dochodzimy do wniosku, że współczynnik r jest naprawdę współczynnikiem korelacji w wypadku, gdy średnia wszystkich x -ów t. j. $M_x=0$ i średnia y -ów t. j. M_y także jest zerem. Innymi słowami: gdybyśmy byli odrazu porównali nie y z x czyli $h(t)$ z $f(t)$, lecz — co jest naturalniejszym: odchylenia rzędnych y od średniej rzędnej funkcji $h(t)$ z odchyleniami rzędnych x od średniej rzędnej funkcji $f(t)$, to wzór (74) przedstawiałby istotnie współczynnik korelacji tych odchyżeń. Gdyby p. Darmois przy tworzeniu wyrażenia r był przesunął osie t w obu funkcjach $f(t)$ i $h(t)$ o odcinki M_x i M_y — co na badanie funkcji $f(t)$ i $h(t)$ ma zupełnie drugorzędny wpływ — otrzymałby jako „miarę prostolinjowości“ związku odchyżeń y z odchyleniami x dokładnie zwyczajny współczynnik korelacji. Nie trzeba zatem do tego celu stwarzać specjalnej metody „kowarjacyjnej“, skoro te same a może nawet lepsze usługi oddaje zwyczajna, klasyczna teoria korelacji.

Uwaga: Nadmienię, że pomysł traktowania tego zagadnienia metodą korelacji zwyczajnej nasunął mi się przy bliższem zastanawianiu się nad metodą obliczania współczynnika korelacji dla dwóch szeregów statystycznych, podaną przez Charliera w § 77 podręcznika: Grundzüge der math. Statistik.

Inne specjalne metody teorii kowarjacji są dziś jeszcze — o ile moje wiadomości sięgają — w tak zarodkowym stanie, że trudno jest już dzisiaj wypowiedzieć zdecydowany sąd o wartości tych nowych metod.

§ 11. Uwagi o teorii prób. Zakończenie.

Już w statystyce jednej zmiennej zwróciliśmy uwagę na to, że każdą liczbę obliczoną na podstawie obserwacji statystycznych należy uzupełnić przez podanie jej średniego błędu (dyspersji). Potrzeba tego uzupełnienia wynika z następujących przyczyn. W statystyce badamy zwykle nie całą populację, lecz wybieramy tylko — jak z urny zawierającej bardzo

wiele kul — cząstkę tej populacji, zwaną: próbką lub próbą (random sampling). Tak n. p. chcąc zbadać przeciętny wzrost dorosłych mieszkańców Europy nie kusimy się o pomierzenie wszystkich Europejczyków, lecz wybieramy pewną grupę, złożoną np. z 100.000 osobników pochodzących z różnych krain Europy. Średnia arytmetyczna M' otrzymana z tej grupy („próby“) różni się w ogólności (zwykle nieznacznie) od prawdziwej średniej M całej populacji. Jeżelibyśmy wykonali kilka prób, otrzymaliśmy rozmaite średnie empiryczne M_1', M_2', \dots, M_n' , różniące się od prawdziwej średniej M . Istnieje zatem pewna dyspersja, pewien średni błąd tej liczby M' , nazwijmy go: $\sigma_{M'}$. Jednym z najważniejszych zadań teorii prób jest wyprowadzenie wzorów na obliczenie dyspersji rozmaitych wielkości używanych w statystyce, a więc: średnich, momentów, współczynników kontyngencji, korelacji i t. d. Zagadnienie to, dość proste dla niektórych wielkości, np. dla średniej M' , dla różnic δ (por. str. 195 wzory (11), (12)) i t. p. jest w ogólności bardzo zawiłe i np. dla współczynnika korelacji do dziś nie zupełnie rozwiązane. Bardzo daleko idące wyniki osiągnął w tym dziale Czuprow. Niektórzy autorowie posługują się przy obliczaniu takich średnich błędów teorią korelacji (zob. np. Jordan l. c. Rozdział XIII. „Écart probable des grands nombres statistiques“).

Drugim bardzo ważnym zadaniem teorii prób jest następujące: jaką wartość empiryczną należy uważać za najodpowiedniejsze przybliżenie szukanej wartości apriorycznej (ściślej)? Metodę ujmowania i rozwiązywania takich zagadnień wyjaśnimy zapomocą prostego schematu urnowego. Przy N -krotnym ciągnięciu z urny zawierającej białe i czarne kule w nieznannej proporcji wyciągnięto n kul białych. Postawmy sobie pytanie, jaką wartość empiryczną należy obrać dla iloczynu $p \cdot (1-p)$, gdzie p jest nieznanem, apriorycznym prawdopodobieństwem wyciągnięcia kuli białej (t. j. prawdziwym stosunkiem liczby kul białych do liczby wszystkich kul znajdujących się w urnie). Zdawałoby się, że najodpowiedniej będzie obrać za p empiryczną wartość $n:N$ a więc za $p(1-p)$ wziąć jako przypuszczalną wartość („Präsumptivwert“) iloczyn:

$$\frac{n}{N} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Jednakże w teorii prób przyjęto jako zasadę brać taką wartość przypuszczalną, aby jej średnia czyli nadzieja matematyczna była równa szukanej wartości apriorycznej. Otóż okazuje się — nietrudnym rachunkiem — że nadzieja matematyczna iloczynu $\frac{n}{N} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$ wynosi:

$$\frac{N-1}{N} p(1-p),$$

a nie $p \cdot (1-p)$! (Zob. np. Czuprow l. c. str. 77—78, 128—129).

Przyjmując zatem $\frac{n}{N} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$ jako wartość przypuszczalną iloczynu $p(1-p)$ popełniamy błąd systematyczny (oprócz błędu przypadkowego), a mianowicie błąd przez niedomiary o $\frac{1}{N} p(1-p)$. Można jednak uniknąć tego błędu systematycznego, biorąc jako przypuszczalną wartość iloczynu $p(1-p)$ nie $\frac{n}{N} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$ lecz

$$\frac{N}{N-1} \cdot \frac{n}{N} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Nadzieja matematyczna tego wyrażenia jest dokładnie równa $p(1-p)$.

W podobny sposób staramy się postępować z każdą wielkością mającą znaczenie w statystyce. W podręczniku Czuprowa w rozdziale p. t. „Schätzung der apriorischen Masszahlen auf Grund des empirischen Materials“ znajdzie czytelnik szczegółowy wykład tych metod.

Dalszem zagadnieniem teorii prób jest badanie, czy przy wykonywaniu kolejnych prób rozkład prawdopodobieństw w pierwszej populacji pozostał niezmienny czy też nie i czy same próby były od siebie zależne czy nie. Kwestje te bada się tu podobnie, jak w statystyce jednej zmiennej przy pomocy odpowiednio zbudowanego współczynnika dyspersji, analogicznego do współczynnika Lexisa (por. Część I str. 494).

Kończąc na tem ten artykuł informujący o zagadnieniach statystyki matematycznej zaznaczam, że zadaniem było z jednej strony wskazać czytelnikowi, jakimi środkami matematycznymi operuje dzisiejsza statystyka, z drugiej zaś opisać w jak najprzystępniejszy sposób i jak najdokładniej poodróżnić od

siebie różnorodne pojęcia (definicje) występujące w tej teorii, podawane dość mętnie w rozmaitych znanych mi podręcznikach i rozprawach.

Nie ulega dziś wątpliwości, że dopiero gruntowne, planowe, matematyczne opracowanie materiału statystycznego rzuca światło na rozmaite zawile nieraz zagadnienia. Nie należy jednak przeceniać wartości tych metod. Słusznie powiedział Charlier w przedmowie do swego podręcznika statystyki: „Statystyka matematyczna nie jest automatem, do którego trzeba tylko włożyć materiał statystyczny, by po kilku mechanicznych manipulacjach odczytać rezultat, jak na maszynie do rachowania. . . . Jest ona jednak dla statystyka tak samo potrzebna, jak nóż dla chirurga“.

Czuprow kończy swój znakomity podręcznik teorii korelacji następującymi uwagami: „Nie wystarcza, by statystyk był obznajomiony z temi technicznymi narzędziami swej pracy. Musi on być także obeznany z przedmiotem swych badań i opanowywać zupełnie swój materiał. Musi posiadać zdolność elastycznego przystosowywania techniki swych badań do wytkniętych celów i do istniejących możliwości. Uciekanie się do szablonowo-mechanicznych gotowych recept prowadzi — nawet przy użyciu najbardziej skomplikowanych wzorów i wykonaniu najdokładniejszych rachunków — do nieproduktywnego trwonięcia czasu i sił, do nagromadzania liczb mało się nadających do istotnego wzbogacenia naszej wiedzy“.

Na pierwszym miejscu, jak w każdej pracy naukowej, musi być: „le bon sens“, jak słusznie z naciskiem podnosi G. Darmois w ustępie p. t. „Le rôle des mathématique en statistique“.

Uzupełnienie literatury.

(Por. Część I. str. 478—479).

A. Podręczniki:

W. J. Romanowski. Elementarny kurs matematycznej statystyki. Moskwa 1924.

R. A. Fisher. Statistical methods for research workers. Edinburgh-London 1930 (3 wyd.).

B. Czasopismo:

Skandinavisk Aktuarietidskrift. T. I—XIII.

JÓZEF PACZOSKI.

Zmiany szaty roślinnej.

Teoretyczne zagadnienia, dotyczące dziedziny fitosocjologii, nie cieszyły się u nas, jak dotąd, uznaniem. Nie zważając na to, że nauka o asocjacjach roślinnych stała się w ostatnich czasach modną, nie wykraczała ona zwykle poza zakres opisowy. Prace fitosocjologiczne w ogromnej większości wypadków przedstawiały opisy krajobrazów, wyrażone w elementach szaty roślinnej. Wobec tego ogólny jej kierunek zawarty był w płaszczyźnie wyróżnienia i charakteryzowania zespołów w celach opisowych. Głębsze zagadnienia, dotyczące istoty i życia asocjacji roślinnych, pozostawały na uboczu. Taki stan zresztą konstatować się daje nie tylko u nas, ale i na szerszym świecie, co widać choćby z tego, że francuski fitosocjolog J. Pavillard zaznacza: „Voir et décrire des associations est devenu une passion, presque un scandale¹⁾. Cela ne pouvait durer“!

Wobec tego powitać należy próbę dr. Marjana Sokołowskiego: „Zagadnienie sukcesji w świetle najnowszych badań“ („Kosmos“ z r. 1929, serja B, zeszyt IV, str. 542—592), która jest poświęcona analizie zjawisk sukcesji zespołów roślinnych i daje możliwość polskiemu czytelnikowi zaznajomić się z tem zagadnieniem.

Otóż z racji powyższej pracy dr. Sokołowskiego niech mi wolno będzie wypowiedzieć tu kilka uwag krytycznych, które mogą okazać się pożyteczne, wyświetlając niektóre strony omawianej tam kwestji.

¹⁾ J. Pavillard: „Les tendances actuelles de la phytosociologie“ — „Archives de Botanique“. Bulletin mensuel Nr. 6, Juin 1927, p. 108.

Z góry zastrzec się muszę, że pod krytyką rozumiem nie proste odrzucanie lub obalanie tego, z czym się krytyk nie zgadza, nie wyszukiwanie jakichś uchybień i niedopatrzeń, nie mających zwykle istotnego znaczenia, nie zarzuty, dla czego autor tego lub owego nie zrobił. Krytyk musi przede wszystkim słabe strony odsunąć na dalszy plan, a na pierwszy wysunąć to, co jest cenne u autora. Bez takiej krytyki, podnoszącej i rozwijającej myśli ostatniego, zwracającej na nie uwagę czytelników, często najcenniejsze rzeczy pozostają niezauważone. Wreszcie prawdziwa krytyka musi być choć w pewnym stopniu twórczą. Nie dosyć wskazać, że należyta droga nie tam, gdzie wskazuje autor. Trzeba dać możliwie i coś pozytywnego.

Powyższy pogląd uważałem za stosowne tu wypowiedzieć, ażeby wykazać, że nie prosta chęć „krytkowania“ pobudziła mnie do wzięcia się za pióro. Artykuł dr. Sokołowskiego istotnie był powodem do napisania tego, co umieszczam poniżej. Poruszone przez niego kwestje są mi bliskie i omówienie ich jeszcze raz w druku może się okazać pożytecznym. To mię skłoniło do napisania niniejszego artykułu.

W myśl wypowiedzianej powyżej zasady, zwrócimy się przede wszystkim do zagadnienia klimaksu, do rozwiązania którego Sokołowski bardzo się zbliżył, jednak definitywnie z niem się nie załatwił. Jak wiadomo, amerykański badacz Clements stworzył koncepcję klimaksową, wedle której asocjacje roślinne (formacje) dzieli na ostatecznie uzgodnione z klimatem (*climax units*) i uzgodniające się, które do zupełnego uzgodnienia z klimatem danej krainy jeszcze nie doszły (*seral units*). Przedstawiają one łańcuchy ogniwi (sukcesje), kończące się ogniwiem klimaksowym, o ile to końcowe ogniwo jest ostatecznie uzgodnione z klimatem. Wedle tej koncepcji, asocjacje uzgodnione z glebą albo nawet z czynnikami klimatycznymi lokalnymi (mikroklimat), nie osiągnęły jeszcze stanu klimaksowego i są tylko pewnymi stadjami serji podążającej do klimaksu. O ileby nie było lokalnych warunków, różnicujących i przeciw działających warunkom makroklimatycznym, całe obszary, należące do jednej i tej samej prowincji klimatycznej, byłyby pokryte jednostajną szatą roślinną, będącą wyrazem danego klimatu.

Jeszcze w moich „Szkicach fitosocjologicznych“ (Warszawa — 1925, str. 90) poświęciłem słów kilka koncepcji Clementsa i zaznaczyłem, że nie posiada ona istotnej wartości dla fitosocjologii. Sokołowski na ogół nie zbyt przychylnie jest usposobiony do koncepcji klimaksowej klimatycznej, co widać choćby z następujących słów: „Opisane tu zjawiska dowodzą m. i. i tego, że „klimaksu“ nie można pojmować jako tworów trwałego i niezmiennego, że oznaczenie „klimaksu“ jest trudne i niepewne, że wreszcie — cośmy już powiedzieli raz przy rozważaniach nad „klimaksem“ — o charakterze klimaksowym pewnego zespołu decyduje nie tylko klimat, ale i gleba“ (str. 585). Wysuwa też Sokołowski na pierwszy plan znaczenie „klimaksu glebowego“, raczej wogóle siedliskowego. „Zespół, pozostający w harmonii z najważniejszymi czynnikami siedliska, klimatem i glebą, można z zupełną słuszością nazwać „zespołem klimaksowym“ (loc. cit., p. 560).

Ponieważ, jak zaznaczyłem wyżej, Sokołowski, definitywnie kwestji klimaksowej nie załatwił, choć był bliski tego, uważam za stosowne wypowiedzieć tu moje zapatrywania, dotyczące tego zagadnienia.

Klimat bezsprzecznie jest tym pierwszorzędnym czynnikiem, który nie tylko kształtuje biosferę, ale i wywiera potężny, bezpośredni i pośredni, wpływ na procesy, zachodzące w litosferze w jej warstwach powierzchniowych. Czynniki klimatyczne działają zmiennością swych stanów, ponieważ są one czysto dynamicznej natury. To, co nazywamy klimatem, jest konsekwencją energii, otrzymywanej przez ziemię od słońca, a to otrzymywanie jest zmienne. Wobec tego klimat poznajemy, jako pewną pulsację energetyczną.

W porównaniu do czynników klimatycznych, wiecznie zmiennych i niejako żywych, a wobec tego kształtujących, podłoże, na którym rozwija się świat roślinny, wydaje się czemś zupełnie martwym i podrzędnym. W takim ułożeniu pierwsze miejsce musi być przyznane klimatowi.

Jednak skorupa ziemska nie jest już tak martwa, jakby się zdawało. Żyje ona nie tylko pod wpływem energii słonecznej. Trzęsienia ziemi, fałdowanie się jej, opuszczanie lub podnoszenie odbywa się pod wpływem sił, zawartych we własnym

*

jej łonie. Te zmiany, zachodzące na powierzchni globu naszego, od klimatu niezależne, jak również i te zmiany geomorfologiczne, które są wyrazem czynników klimatycznych, wywierają wpływ na kształtowanie się klimatu faktycznego, występującego na powierzchni ziemi i w tej warstwie atmosfery, która bezpośrednio określa kierunki rozwojowe biosfery.

Z powyższego wynika, że tylko klimaty lokalne (mikroklimaty) są czemś rzeczywiście istniejącem, że pojęcie klimatu ogólnego (makroklimatu) jest czystą abstrakcją, jest jakimś stanem średnim (w przybliżeniu) z faktycznych pomiarów w obrębie mikroklimatów, które mniej lub więcej, ale zawsze, różnią się od klimatu teoretycznego (geograficznego). Makroklimat mógłby się pokrywać z mikroklimatem tylko na zupełnej równinie, wytworzonej przez jednorodny substrat.

Chociaż świat roślinny kształtuje się nie pod wpływem makroklimatu (wiemy jak mało miarodajne są dla geografii roślin i fitosocjologii dane zwykłych stacyj meteorologicznych), ale pod wpływem tych jego modyfikacyj, które nazywamy klimatami lokalnymi (mikroklimaty), jednak faktyczny przebieg życia w asocjacjach roślinnych uwarunkowany jest właściwie jeszcze przez jedną odmianę, czy modyfikację, która wytworzona jest przez samą roślinność (ta modyfikacja otrzymała odemnie w r. 1915 nazwę fitoklimatu). Jeszcze mało się rozpowszechniło wyróżnianie fitoklimatu od mikroklimatu, nie zważając na ich ogromną zasadniczą różnicę. Siewki świerka naprz. u nas, na powierzchni lasu pozbawionej, zwykle giną na skutek przymrozków. Jednak, gdy powierzchnia ta zostanie przez młodnik brzozy pokryta, warunki ciepłikowe o tyle się polepszają, że młode świerki pod ochroną brzeziny rozwijają się normalnie. Brzezina więc modyfikuje dany mikroklimat, przekształcając go w taki, który jest już odpowiedni i dla wybredniejszych pod tym względem roślin. Zachodzi tu taka sama analogja, jaką widzimy w urabianiu gleby z martwego substratu. Pokolenia mniej wybrednych roślin przekształcają stopniowo ten ostatni, wytwarzając wreszcie prawdziwą glebę, substrat konieczny dla roślin więcej wybrednych.

Właściwie i gleba posiada swój własny klimat, który można nazwać edafoklimatem. Wpływ jego na świat roślinny jest wielki. Należyte nawodnienie gleby może wywołać efekt

zupełnie kompensujący niedostateczną ilość opadów. W pustyniach piaszczystych wskutek tego, co zachodzi w substracie, mogą powstawać w pewnych wypadkach oazy, nawet leśne, a więc mogą wytwarzać się typy roślinności, grubo wykraczające poza możliwości klimaksowo-klimatyczne danego rejonu¹⁾.

Ale nie tylko jest możliwe kompensowanie niedostatecznej ilości wody w atmosferze przez odpowiednie zwilgocenie gleby, co jako nie wykraczające poza obręb tegoż samego czynnika, nie jest jakąś osobliwością. Również jest możliwe uzupełnianie braków klimatycznych przez czynniki wyłącznie

¹⁾ Substrat piaszczysty chroni roślinność od skutków takich kataklizmów, jak posuchy, podczas których ginie ona niemal całkowicie na innych substratach. W roku 1921 nadzwyczajna posucha, która wywołała okropny głód w Rosji połud., na ogół bardzo nieznacznie wpłynęła na roślinność piasków dolnego Zadnieprza. Od jesieni roku 1920 do jesieni roku 1921 opady wynosiły nie całe 100 mm (niemal $\frac{1}{4}$ normalnego opadu rocznego). Skutki tej posuchy dawały się zauważyć na ogół tylko w najniższych miejscach, które podczas lat normalnych bywają nawodnione najlepiej. Na najwyższych grzbietach wydym, pojedynczo występujące tam rośliny wyglądały tak świeżo, że trudno było uwierzyć, że od miesięcy nie widziały one ani kropli deszczu. Wskazana inwersja (odwrócenie) rozwoju roślinności, jak wykazały moje badania zawartości wody w piasku, była wynikiem transpiracji, której nasilenie zależało od masy roślinnej, i stopnia zagłębienia systemów korzeniowych. Ponieważ deszcze nie zmieniały obrazu, analiza w różnych poziomach piasku i pod różną roślinnością wykazywała stan wody, który ukształtował się pod wpływem roślinności. Jako normę w sierpniu dla równego miejsca, pokrytego rzadką roślinnością, możemy przyjąć ‰ wody (na wagę):

	powierzchnia = 0·0‰
na głębokości 5—10 cm	= 0·32‰
„ „ 40 „	= 2·58‰
„ „ 70—80 „	= 3·37‰
„ „ 100 „	= 8·73‰
„ „ 110 „	= 10·77‰
„ „ 120 „	= 12·95‰
„ „ 140 „	= 22·4‰

Śród krzewiastych zarośli białej akacji na głębokości 60 cm było 1·39‰, na głęb. 90 cm = 2·36‰. W kotlince (*Salix rosmarinifolia*, *Genista sibirica*, *Calamagrostis epigeios*, *Tonocetum vulgare*) na głębokości 40 cm 0·84‰. Na wierzchołku wyniosłej wydmy na głębokości 30—40 cm ilość wody wynosiła 1·97‰ i t. d. Zupełnie jest rzeczą zrozumiałą, że tylko rośliny o płytszych korzeniach, wyrastające śród gęstszych skupień, musiały powysychać.

edaficzne. Naprzykład w pewnych typach świerczyn w Białowieży, o ile zwarcie drzewostanu jest normalne, wcale nie spotykamy młodych świerków, ponieważ naświetlenie jest tam niedostateczne. Jednak w tymże samym lesie, na pniach wywrotach i wogóle na gnijącym drewnie spotykamy nieraz nawet w większej ilości młode świerki. Niedostateczne natężenie klimatu świetlnego zostało w takim przypadku skompensowane przez bogatsze podłoże, jakim jawi się próchnica w porównaniu do zwykłej gleby, na której taka świerczyna wyrasta. W północnej Rosji, jak o tem świadczy Tiulina, odnawianie świerkowe w lasach świerkowych z reguły odbywa się tylko na gnijącym drewnie, a więc zjawisko to występuje na ogromnych obszarach i nie jest czemś lokalnem.

Wobec wspomnianych możliwości, w siedlisku nie zawsze możemy wyróżnić, co należy do klimatu, a co do gleby. Wpływy klimatyczne zawsze się realizują w obecności podłoża, co powoduje pewną jednolitość siedliska, które przedstawia dla roślin pewną całość. Mówić o wytwarzaniu się asocjacji klimatycznych niezależnie od podłoża, na którym odbywa się ten akt, można tylko wtedy, kiedy zupełnie tracimy kontakt z rzeczywistością. To też nierównie jest pożyteczniejszą koncepcją klimaksowo-siedliskowa, aniżeli klimaksowo-klimatyczna.

Jednak asocjacje roślinne kształtują się i żyją nie tylko pod wpływem jednego siedliska (gleba + klimat). Czynniki biotyczne również przyjmują w tem udział i asocjacja roślinna jest także funkcją tych czynników. W pewnych przypadkach możemy stwierdzić, że asocjacja wybitnie klimaksowa traci charakter zrównoważenia, o ile zostanie wykluczony pewien czynnik biotyczny.

Przy tworzeniu rezerwatów stepowych zdawało się, że wystarczy obszar podlegający ochronie uniedostępnić dla wszelkich wpływów zewnętrznych, ażeby zachować na nim roślinność w postaci naturalnej asocjacji o charakterystycznym złożeniu i wyglądzie, co byłoby wyrazem jej zrównoważenia wewnętrznego, jako wytworu klimaksowego. Jednak rzeczywistość wykazała wkrótce, że nie jest to rzecz tak prosta, jak się wydawało początkowo. Roślinność pozostawiona samej sobie zaczęła się zmieniać, przyczem zmiany te nie szły w kierunku jakiegoś ujednostajnienia i zrównoważenia, ale naodwrot zaczęły wyka-

zywać znaczną różnorodność, nie zważając na jednakowość warunków. Najwięcej charakterystyczne trawy stepowe zaczęły tu i ówdzie zniknąć zupełnie, a na ich miejsce coraz więcej pojawiało się roślin, które należy uważać raczej za chwasty stepowe. Widocznie cała roślinność przekształcała się w nieokreślony i niezrównoważony konglomerat, który nie był wyrazem roślinności stepów dziewiczych. Wyraźnie było widać, że w prowadzeniu rezerwatu zrobiono jakiś błąd, który zniweczył wszystkie zabiegi.

Prosto zapomniano, tworząc rezerwat stepowy, że roślinność stepowa kształtowała się i zawsze pozostawała pod wpływem większych zwierząt ssących, których obecnie zabrakło. Oczekiwany klimaks na skutek tego nie został urzeczywistniony.

Już z tego powierzchownego i bardzo krótkiego przeglądu widzimy, że faktyczny, a nie urojony klimaks możliwy jest tylko wtedy, kiedy nie tylko szata roślinna jest uzgodniona z siedliskiem, ale kiedy całe faktyczne środowisko (gleba, wraz z podglebiami i skała macierzysta, czynniki klimatyczne, świat roślinny i zwierzęcy) są zharmonizowane i zrównoważone dynamicznie. W takim przypadku i szata roślinna, która w nim występuje, która jest jego produktem, a zarazem i składnikiem, okazującym wpływ na wszystkie inne składniki, przedstawiana jest w postaci zakończonej, miarodajnej. Będzie ona dla nas prawdziwym klimaksem, czyli asocjacją trwałą, chociaż niewątpliwie nie w znaczeniu absolutnym, a względnym, ponieważ rzeczy bezwzględnych nie znamy i z biegiem czasu wszystko się przekształca bez końca.

Jednak łatwo zauważyć, że w powyższym ujęciu sama koncepcja klimaksu, wraz z nazwą, staje się zupełnie zbyteczną, niepotrzebną. Asocjacja klimaksowa w powyższym znaczeniu będzie prosto prawdziwą asocjacją zakończoną, a wobec tego trwałą. W przeciwstawieniu do niej mogą być asocjacje nie zakończone, nie zrównoważone, a więc czasowe, przemijające. Zupełnie jest rzeczą zrozumiałą, że obie te kategorie są odrębnymi kategoriami tylko pozornie. W rzeczywistości są to te same rzeczy, tylko w rozmaitych momentach swego rozwoju. Gaj brzozy, w podszyciu którego widzimy masę młodej buczyny, nie jest czemś, co posiada byt niezależny i co może być

postawione obok lasu bukowego, lub jakiegokolwiek innego trwałego zespołu. Taki gaj jest tylko pewną fazą, pewnym momentem w procesie regeneracji lasu bukowego. Zasadniczo jest on tym ostatnim, chociaż jeszcze jego cech nie posiada. Te cechy wystąpią jednak z największą pewnością we właściwym czasie. Przecież i gąsienica, która jest podobna do robaka i niepodobna do motyla, stanie się tym ostatnim, gdy czas potemu przyjdzie. Gaj brzozowy, o którym tu mówiliśmy, jest tylko jednym z pierwszych stadiów regeneracyjnych. Podobny gaj w innej miejscowości może być przemijającą, młodzieńczą postacią grudu lub świerczyny (naprz. w Białowieży). Istnienie powyższych przemijających zespołów brzozowych wcale nie wyklucza innych zespołów brzozowych, które wcale nie są przemijające, lecz trwałe. Takie trwałe (zrównoważone) zespoły brzozowe możemy widzieć w Białowieży po bagnach Dzikiego Nikora.

Na skutek powyższego, możemy przyjąć, że do cech prawdziwej asocjacji roślinnej, jako końcowego (obecnie) wytworu syntetycznego (nie genetycznego), należy wpisać zrównoważenie dynamiczne, na które autor niniejszego artykułu zwrócił uwagę w roku 1915. Nieco później koncepcja zrównoważenia asocjacji roślinnej została szczegółowo rozwinięta w literaturze rosyjskiej przez Ramińskiego (1918), a zwłaszcza Jelenkina (1921), Iljuskiego (1921), Alechina (1924) i in. Obecnie u Rosjan jest ona powszechnie przyjęta¹⁾.

Wprowadzając do definicji asocjacji cechę zrównoważenia, wykluczamy z szeregu samodzielnych asocjacji wszystkie zespoły przemijające, jako nie posiadające niezależnego znaczenia. Jednak te stadja, do celów typologicznych się nie nadające, jako momenty pewnej syntezy socjalnej jeszcze nie zakończonej,

¹⁾ „W samo pojęcie zespołu roślinnego, mówi N. P. Nogtiew (na str. 318 XIII tomu „Žurn. Russk. Botan. Obszcz.“, który wyszedł z druku w końcu r. 1929) wkładamy w obecnym czasie dwie zasady: zasadę równowagi dynamicznej, sformułowaną przez A. A. Jelenkina, i zasadę maksymalnego wyzyskania czynników siedliskowych, sformułowaną przez J. K. Paczoskiego, W. L. Komarowa i W. N. Sukaczewa“. Z tych dwóch zasad Nogtiew wyprowadza jeszcze zasadę pochodną, której nadaje miano determinizmu ekologicznego. Praca Nogtiewa została otrzymana już po napisaniu szkicu niniejszego.

przedstawiają ogromną wartość dla zagadnień dynamiki fitosocjalnej.

Wprowadzając, zgodnie z powyższem, zrównoważenie w samo pojęcie asocjacji i odrzucając koncepcję klimaksową nie tylko klimatyczną¹⁾, jako nierealną, ale i wogóle, ponieważ pokrywa się ona ze zrównoważeniem i samo słowo „klimaks“ jest tylko nową nazwą tego ostatniego, poświęcimy nieco uwagi pewnej koncepcji pierwszych gleboznawców rosyjskich, którzy zwrócili tę naukę na dzisiejsze jej tory. Koncepcja ta posiada pewne wspólne elementy z hipotezą klimaksową, lecz przewyższa ostatnią w tem, że nie odrywa się od realnego gruntu i jest nader przydatną przy geograficznem ujmowaniu szaty roślinnej.

Z zasadą zrównoważenia i maksymalnego wyzyskiwania siedliska ściśle jest połączona zasada minimalnej walki o byt. Łatwo zrozumieć, że w zrównoważonym środowisku, w którym każdy komponent zajmuje właściwe mu miejsce, destrukcyjne procesy, wynikające z konkurencji, muszą przebiegać łagodniej, niż w niezrównoważonym. Przytem natężenie tych procesów musi pozostawać w korelacji ze zrównoważeniem. Przy zupełnem zrównoważeniu, które jest tylko możliwością logiczną, skutki współzawodnictwa wygasłyby całkowicie. Wreszcie z powyższych zasad wynika również tendencja wytwarzania możliwie największej żywej i stałej masy roślinnej — maksimum życia.

¹⁾ Klimat przedstawia właściwie dość nieokreślony konglomerat czynników, które mogą zmieniać się od siebie niezależnie, mogą do pewnego stopnia się zamieszczać, mogą być nawet kompensowane przez czynniki edaficzne. Możemy natężenie każdego czynnika ściśle wyrazić w cyfrach. Nie możemy jednak tego uczynić względem klimatu wogóle. Klimat nie jest prostą sumą poszczególnych czynników, a waga gatunkowa każdego z nich nie może być określona. Jest on pozatem fenomenem, nie pozostawiającym po sobie innych śladów, jak te, które się uwidoczniają w kształtowaniu gleb i roślinności. Wobec tego nie może on być miernikiem (niejako poziomem morza, w stosunku do którego określamy pionowe położenie punktu) tej ostatniej, nawet w postaci lokalnego klimatu, nie mówiąc już o makroklimacie. Niejako barometrem ogólnoklimatycznym raczej może być roślinność. W stosunku do asocjacji, jako wskaźnik ich trwałości, czyli stopnia doskonałości złożenia, prawdziwym miernikiem może być właściwie zrównoważenie całego środowiska, co jednak, przynajmniej z praktycznego punktu widzenia, może być również zastąpione wskaźnikami zrównoważenia roślinności. Nie możemy wątpić, że właściwa podstawa dla klasyfikowania nawet gleb jest zawarta w typologii fitosocjologicznej, a dla klasyfikacji klimatów (w ich całości) muszą być wzięte pod uwagę te historyczne kompleksy roślinne, które nazywamy florami.

Olbrzymie obszary równinowe państwa Rosyjskiego, rozprzestrzenione od lodów północy aż po południowe morze i grzbiety górskie, nadawały się, jak żadne inne, do uchwycenia wpływów klimatycznych na kształtowanie się gleb. Jak masyw górski od podnóża po szczyt różnicuje się na strefy klimatyczne i roślinne, tak i południowa zwłaszcza Rosja wyraźnie daje się rozczłonkować na pewne pasy klimatyczne, które wyróżniają się także swymi glebami i roślinnością. Różnica pomiędzy strefami pionowymi gór i pasami poziomymi równiny polega na tem, że w pierwszym wypadku czynnikiem różnicującym jest ciepłota, a w drugim przeważnie opady atmosferyczne, zmniejszające się na ogół w miarę posuwania się ku południowi. Otóż na południu Rosji związek gleby z pasem klimatycznym sam rzuca się w oczy. Dotyczy to zwłaszcza czarnoziem, który zajmuje szeroki pas stepów pomiędzy pasem leśnym (na północy), a stepami suchymi i płożkowymi (na południu). To też badania nad czarnoziemem były punktem wyjściowym dla całego gleboznawstwa rosyjskiego i dla koncepcji, która otrzymała miano zonalności. Wedle ostatniej, w każdym pasie klimatycznym kształtuje się pewien określony typ gleby (i roślinności), który jest odpowiednikiem klimatu danej zony. Występująca tam na równinie gleba i roślinność są zjawiskami normalnymi, zonalnymi, organicznie związanymi z panującym tam makroklimatem, a więc tem, dla czego dziś wymyślono nazwę „klimaksu“.

Odrzucając to, widoczną, że pewne ukształtowania substratowe, a z nimi i pokrywająca je roślinność, nie są uzależnione od czynników klimatycznych, a wbrew zasadzie zonalności przecinają rozmaite zony w poprzek. Takimi utworami, nie podporządkowanymi zasadzie klimatycznej, są naprz. piaski nadrzeczne, wstęgami przebiegające przez lasy i stepy z północy na południe. Zostały one nazwane azonalnymi, jako nie tylko nie tworzące swej własnej zony, ale i nie związane z jakąkolwiek inną określoną zoną.

Prócz zjawisk azonalnych, występują niekiedy ukształtowania, również nie tworzące własnej zony, a sporadycznie przytrafiające się tylko w zakresie pewnego klimatycznego pasa (naprz. tak zwane pody, liczne depresje stepowe, nadzwyczaj płytkie, nieraz posiadające jednak do 10 kilometrów średnicy,

przedstawiające przejściowe jeziora, o nadzwyczaj specyficznej popielatej glebie i roślinności; są one właściwe zonie suchszych stepów, na których erozja jeszcze nie różnicowała pierwotnego zadziwiająco równinowego reliefu. Takie ukształtowania wewnętrzne, związane z klimatem i historyczną przeszłością danego pasa, otrzymały nazwę *intra-zonalnych*.

Wreszcie wyróżnił autor szkicu niniejszego jeszcze jedną kategorię, mianowicie ukształtowania *ekstrazonalne*, które, tworząc w odpowiednim pasie klimatycznym własną zonę, występują nieraz i w innych zonach. Przykładem mogą służyć czarnoziemne stepowe stoki wśród obszarów leśnych lub gaje (dębowe, brzozowe, osikowe, olchowe... na glebach leśnych), jakie widzimy o dwieście *km* na południe od ogólnej południowej granicy lasów wśród obszernych piasków pomiędzy limanem Dnieprowym a Morzem Czarnym. Gaje te występują w zonie klimatu stepów suchych i nawet piolunkowych, gdzie niedosyt zwilgotnienia powietrza z reguły jest wielki, a opady są za małe nawet dla wytwarzania się stepów prawdziwie czarnoziemnych.

W pierwszym z powyższych przypadków widzimy, że gleba i roślinność wysp ekstrazonalnych nie dociągają się do poziomu makroklimatycznego danej zony, a w drugim, naodwrot, łamią zasadę klimaksową, ponieważ przedstawiają coś, co stoi powyżej klimaksu. Przyjmując pod uwagę, że na pograniczu stepowem roślinność leśna nasuwa się na step (jak wykazały liczne ścisłe badania, przeprowadzone rozmaitemi metodami), co musi być połączone ze zmianą makroklimatyczną w odpowiednim pasie, wywołaną przez zmianę roślinności¹⁾, przyjdziemy do wniosku, że roślinność może w pewnych przypadkach naginać do swego poziomu klimaks (klimatyczny), a nie tylko się dociągać do niego. Nie może być wskutek tego klimat czemś takim, co zupełnie wyłamuje się z pod wpływu innych składników środowiska. Gdyby ziemia nasza nie była pokryta roślinnością, klimat jej byłby niewątpliwie całkiem niepodobny do dzisiejszego.

¹⁾ Proces ten odbywa się na ogół nie w skali lat naszych, na skutek czego może być wykryty tylko drogą pośrednią.

W ogólnym schemacie gleb i roślinności Rosji południowej musi być uwzględnione, że występują tam również obszary, na których element stepowy i leśny mniej więcej jednakowo są przedstawione. Wychodzi więc, że w obrębie jednej i tej samej zony klimatycznej występują jako równocenne dwie wręcz przeciwne sobie formacje: trawiasta i leśna. Badania wykazały, że rozmieszczenie lasów na terenie zasadniczo stepowym jest ściśle związane z wysokością terenu nad poziomem morza. Mapa, na której są oznaczone lasy i mapa hypsometryczna, na której są wydzielone miejscowości, przekraczające pewną wysokość, nieraz tak łądząco bywają do siebie podobne, że zdają się być kopjami (bardzo efektowne zestawienie tego rodzaju uskutečnił Okinszewicz dla Besarabji). Z tego wynika, że występowanie roślinności leśnej na stepach jest już początkiem rozmieszczenia pionowego na równinie, które od niedawna zostało zauważone. Wraz z podnoszeniem się terenu nad poziomem morza (oczywiście, bardzo nawet nieznaczem i dotąd ignorowanym), zmienia się klimat, a za nim gleba i roślinność. Każda z równinowych zon jest wobec tego funkcją jej znaczenia hypsometrycznego. Stepy słone i piolunkowe leżą prawie na poziomie morza. Lasy zajmują najwyższe położenia. Cykl, zawarty pomiędzy powyższymi formacjami, zajmuje tereny o wysokości pośredniej.

Że występowanie na południu Rosji zon w pewnym porządku następczym ku południowi aż po morze nie jest zjawiskiem ogólnie klimatycznym (uzależnionem od szerokości geograficznej), a uwarunkowane jest progresywnem znizaniem się terenu we wskazanym kierunku, możemy udowodnić następującym faktem. Od Perekopu, leżącego w pasie suchych i słonawych piolunkowych stepów, gdzie teren zniża się do poziomu morza, dalej ku *S* ciągną się stepy krymskie, przechodzące następnie w podgórze i kończą się w południowej części Krymu górami. We wskazanym kierunku występuje progresywne podnoszenie się terenu. Stosunki więc kształtują się zupełnie odwrotnie w porównaniu do tego, co widzieliśmy na przestrzeni, zawartej pomiędzy pasem leśnym i Perekopem. Nie zważając, że od Perekopu po krymskie góry posuwamy się ku *S*, zony glebowe i roślinne stają się coraz więcej rozwinięte. Powtarza się na ogół to samo, co i w północnej części. Te same zony

występują, lecz w odwrotnym kierunku. W północnej połowie (po Perekop) zaczęliśmy lasami, a skończyli stepami słonawymi, w południowej (od Perekopu) zaczęliśmy stepami słonawymi, a skończyli na roślinności leśnej podgórzy. Wszystkie te zony, na całym tym obszarze, uwarunkowane są stopniem wzniesienia ich nad poziom morza, co powoduje odpowiednią zmianę klimatu. Widzimy więc tu wpływ mikrohypsometri na klimat w zakresie już właściwie makroklimatycznym. Również potwierdzają powyższe i depresje, występujące na północnym brzegu jeziora Kaspjskiego, dochodzące do szerokości naszego Krakowa (50 stopień), które przedstawiają już właściwie pustynie, ponieważ leżą poniżej poziomu morza.

Obok zonalności klimatycznej, która, jak widzieliśmy, występuje wyraźnie na ogromnych równinowych obszarach, możemy postawić zonalność ekologiczną, przejawiającą się lokalnie, w zależności od zmieniających się w pewnym określonym kierunku tych lub owych czynników ekologicznych. Zwykle zmiana tych ostatnich spowodowana jest przez lokalne zniżanie się, względnie podnoszenie się, terenu. Serja takich zmian stanowi pewien szereg ekologiczny. Podobny on jest pod pewnym względem do tego, co nazywamy sukcesjami (niektórzy nie wyróżniają jeszcze obu kategorii), lecz wybitnie wyróżnia się tem, że następczość w zakresie jego realizuje się w przestrzeni, podczas gdy w sukcesji występuje ona w czasie.

Badania porównawcze w zakresie zonalności lokalnej znane są w Rosji, gdzie na to oddawna zwrócono uwagę, pod nazwą metody szeregów ekologicznych (metod ekologicznych riadow). Dają one dla fitosocjologii nadzwyczaj wiele, ponieważ takie badania pozwalają łączyć przyczynowo zmiany, zachodzące w łonie asocjacji, ze zmianami w siedlisku, zwłaszcza wtedy, kiedy zmienia się w pewnym kierunku tylko jeden określony czynnik. W pewnych przypadkach metoda szeregów ekologicznych może być bardzo cennym środkiem pomocniczym i dla badań w zakresie sukcesyj, gdyż nieraz to, co widzimy w rozmaitych ogniach szeregu w przestrzeni, może występować sukcesywnie na tem samym miejscu, t. j. w czasie. Jednak najbardziej cenne rezultaty przynosi ta metoda w kwestiach poznania procesów strukturalnych i dynamicznych, uzależnionych od warunków ekologicznych.

Chociaż w pracy Sokołowskiego przytoczona jest wcale pokaźna ilość przykładów, przedstawiających właściwie szeregi ekologiczne, jednak dla zilustrowania tego, co chciałbym tu powiedzieć, zwrócę uwagę czytelnika na inne przykłady.

Najprostszym przykładem mogą posłużyć słone jeziora, otoczone dookoła roślinnością solniskową, przytrafiające się nad Morzem Czarnym, np. na południu Rosji. Zaczynając od wody, która latem często nawet zupełnie wysycha, a w zimie i na wiosnę zatapia ledwo podnoszące się nieco wyżej brzegi, odbywa się różnicowanie roślinności na pasy w zależności od zawartości soli w glebie. Obnażone latem, częściowo lub całkowicie, jasne dno przesycone jest solą, która występuje nawet na powierzchni w postaci drobnych błyszczących kryształków (nad Morzem Kaspijskim wysychające dno większych jezior bywa nawet całkiem białe, pokryte kryształkami soli, niby śniegiem). Ma się rozumieć, że środek taki jest zupełnie roślinności pozbawiony. Jednak od brzegów, zachodząc nieraz w wodę jeziora, pojawiają się czyste zarośla, złożone z *Salicornia herbacea*. Dalej dookoła idzie pas, złożony z *Statice Gmelini* i *Atropis festucaeformis*. Następnie *Juncus maritimus*, wyróżniający się swym wysokim wzrostem i ciemną zielenią. Wreszcie pas wysokiego perzu solniskowego (*Agropyrum rutenicum*), wyrastającego zwykle razem z *Juncus Gerardi*, a od granicy z czystym piaskiem czasem pojawia się *Scirpus holoschoenus*. Koniec słonej kotlinki zaznacza się piaskiem, pokrytym obficie *Apera Spica venti*.

Występować mogą po brzegach takich jezior pasy, złożone z innych niż wymienione w powyższych przykładach roślin, lecz ogólna zasada się nie zmienia. Najbliżej wody występują rośliny najmniej wrażliwe na koncentracje roztworów glebowych, najdalej — najwrażliwsze pod tym względem. Wobec wyjątkowej specyficzności substratu w pasach dookoła jeziora widzimy zawsze agregacje proste, następnie kombinowane, wreszcie zubożałe asocjacje. Zonalność solniskowa nadzwyczaj wyraźnie występuje w jesieni, kiedy łodygi *Salicornia* i *Suaeda* czerwienieją, a *Statice* zakwita (kw. niebiesko-liljowe). Badania szeregów ekologicznych solniskowych mogą nam wykazać kierunek sukcesyj asocjacyj, któryby wystąpił w razie progre-

sywnego wylugowywania się terytorjum, przedstawiającego przedtem dno morskie¹⁾.

Więcej skomplikowany przykład lokalnej zonalności przedstawiają stepowe depresje, w południowej Ukrainie, podami zwane. Podczas jesieni i zimy (a latem po wielkich ulewach) zbiera się w takich miseczkowatych depresjach (które, jak wspominaliśmy, mogą posiadać średnicę do 10 kilometrów) deszczowa i śniegowa woda, powodująca lepsze nawodnienie, a w sprzyjające lata przekształcająca depresje w czasowe jeziora, pokrywające się nawet typowymi helofitami (*Butomus umbellatus*, *Elatine*, *Alisma*, *Heleocharis*...), zjawiającymi się zamiast znikających tam roślin stepowych. Gleba takiej depresji, kształtująca się okresowo pod wpływem wody, zatapiającej ją czasem nawet na pół roku i więcej, jest nadzwyczaj specyficzna. Poniekąd przedstawia ona z wyglądu pewne podobieństwo do naszych bielic, poniekąd jestto gleba solniskowa, ale soli pozbawiona. Nie mogę tu zatrzymywać się na opisywaniu tych nadzwyczaj ciekawych ukształtowań. Zauważę tylko, że roślinność podów, od centrum do stepu, przedstawia szereg swoistych zon, uwarunkowanych stopniem nawodnienia gleby. Ilość zawartej w glebie próchnicy, która jest funkcją i wskaźnikiem roślinności, w pierścieniu, otaczającym dokoła brzeg depresji, jest maksymalna. Od tego optymalnego dla roślinności pierścienia, jak w stronę prawdziwego stepu, tak i w stronę centrum depresji, zawartość próchnicy stopniowo się zmniejsza. Wobec tego przytoczony tu przykład przedstawia właściwie dwa szeregi ekologiczne, rozchodzące się od opty-

¹⁾ Zonalne grupowanie się roślinności może występować i pod wpływem takiego biotycznego czynnika, jakim jest wypasanie. Naprz. dokoła osiedla na stepie, na skutek zwiększającego się wpływu wypasania roślinności, w miarę przybliżania się do tego centrum, możemy obserwować wszystkie stadja pastoralne, aż do całkowitego zaniku roślinności, które układają się koncentrycznie w postaci zon. Ciekawą jest rzeczą, że na ogół pod wpływem wypasania roślinność zmienia się w stronę kserofilizacji. W miarę zwiększania natężenia tego czynnika, roślinność przechodzi w stadja, które jako normalne zjawiska występują na stepach suchszych niż te, które są wyrazem normalnych stosunków w danym pasie klimatycznym. Zachodzi więc w takim przypadku uwsteczniczenie szaty roślinnej, które się do pewnego stopnia pokrywa z odwróceniem normalnej sukcesji rozwoju szaty stepowej.

malnego pasa w różne strony. Graficznie można to przedstawić w kształcie binomjalnej krzywej. Odcinek tej ostatniej, przedstawiający obrazowo wpływ lepszego nawodniania na roślinność stepową, byłby niejako przedstawioną w przestrzeni sukcesją, podążającą w stronę stepów łąkowych, typu wyższego pod względem socjalnym, występującego w pasie dalej ku północy wysuniętym, w którym opady atmosferyczne są większe niż w suchszych stepach południa. Widzimy tu również lokalne wyłamywanie się roślinności z pod klimaksu, ponieważ wspomniany pierścień roślinności na glebie więcej próchnicznej występuje ponad to, co powinno być klimaksem pozwolone.

Przejdziemy teraz do przykładu więcej skomplikowanego. Śród obszernych piasków nad limanem Dnieprowym, przedstawiających dalszy ciąg piasków niżu dnieprowskiego, rozścielających się początkowo nader szerokim pasem (na dziesiątki kilometrów), a następnie coraz więcej zwężających się w wstęgę (około 8 km) i wreszcie kończących się językiem w morzu pod Oczakowem, występują liczne drobniutkie gaje (dąb, brzoza, osika...). Gaje te, o których nawiasowo już wspominałem, stanowią szczątki słynnej hylei (las) Herodota (niektórzy jeszcze do dziś błędnie sądzą, że hylea była położona na wschód od Perekopu; faktycznie tam są rozpostarte suche i słone stepy, na których las jest nie do pomyslenia, a hylea była położona na zachód od Perekopu, nad limanem Dnieprowym). Na początku rewolucji zbadałem cały ten obszar¹⁾. Pod koniec ostatniej podobno laski te ucierpiały znacznie od wyrąbywania, nie zważając na to, że położone są wśród bezludnej i bezdrożnej piaszczystej równiny.

Jako ogólna reguła, lasek taki zajmuje zagłębienie wśród piasków. Sam środek zagłębienia zwykle bywa zajęty albo przez roślinność łąkową nawpół solniskową, albo przez solnisko, a nawet jezioro słone. W ostatnich przypadkach roślinności tam wcale niema lub gdzie niedzie przytrafiają się pojedynczo porozrzucane osobniki *Statice caspia*, rośliny wytrzymującej znaczne zasolenie gleby. Dokoła tego najniższego miejsca

¹⁾ Te jedyne w swoim rodzaju laski, jak również i obszar, na którym one występują, opisałem w pracy: „Po pieskam Dieprowskowo ujezda“ — I „Izw. Gosudarstw. stiepnowo Zapowiednika Askania-Nova“. Zeszzyt I, str. 1—146 (Cherson — 1922).

występuje pas roślin solniskowych, przechodzący dalej, w miarę podnoszenia się dna kotliny, w pas roślinności łąk słonawych. Jeszcze dalej widzimy pierścień z brzozy i osiki, przechodzący następnie w pas dębowy, otoczony jeszcze od zewnątrz pierścieniem z tarniny, stanowiącej obrzeżenie leśne, na którym już kończy się właściwie kotlina i rozpościera się dokoła pustynia piaszczysta. Wszystkie te wymienione zony razem wzięte tworzą pas roślinny, zawarty pomiędzy solniskiem centrum kotliny i piaskiem. Szerokość tego pasa może wynosić jakie kilkanaście kroków. Uderzającym jest, że pas dębowy występuje na ciemnej leśnej glebie, na której wyrastają elementy prawdziwie leśnego runa (wogóle rosną: *Polygonatum officinale*, *Convallaria majalis*, *Scilla bifolia*, *Corydalis Paczoskii*, *Alliaria officinalis*, *Ficaria verna*, *Anthriscus silvestris*).

W powyższym przykładzie widzimy, że ilość wody w substracie, zaczynając od brzegu kotliny ku jej środkowi, zwiększa się, a więc i roślinność we wskazanym kierunku musiałaby się coraz lepiej kształtować. Jednak w miarę zbliżania się do środka, zaczyna się gwałtowne wzrastanie innego czynnika, odwracającego i niweczącego wskutek swego nadmiaru ten porządek, jaki ze względu na stopień zwilgotnienia byłby możliwy. Mianowicie: poza obrębem wąskiego pierścienia leśnego przedstawiającego optimum siedliskowe, znacznie wznoszące się ponad klimaks (las w klimacie niemal półpustyniowym), zaczyna się, jak w stronę kotliny, tak i w stronę piasku poza kotliną, występowanie gleb i roślinności coraz prostszych i niższych ze względu na swe ukształtowanie. Taka całość graficznie może być przedstawiona w postaci niemal symetrycznej binomjalnej krzywej. A więc i opisana powyżej kotlina jest również przykładem szeregowości dwustronnej, jak i roślinność podów stepowych.

Powyższy szereg ekologiczny, o ileby chodziło o sukcesje, mógłby tylko wskazywać porządek pojawiania się drzew na stepie, gleby którego są naogół dla roślinności leśnej za suche i zanaadto bogate w sole mineralne. Dąb w Rosji południowej na pograniczu stepowem wytwarza niemal cały pas przejściowy do lasów. W pewnych miejscowościach, dalej ku wschodowi wysuniętych, osika występuje po depresjach stepowych. Wreszcie w Syberji brzoza jest takim że drzewem, nasuwającym się na

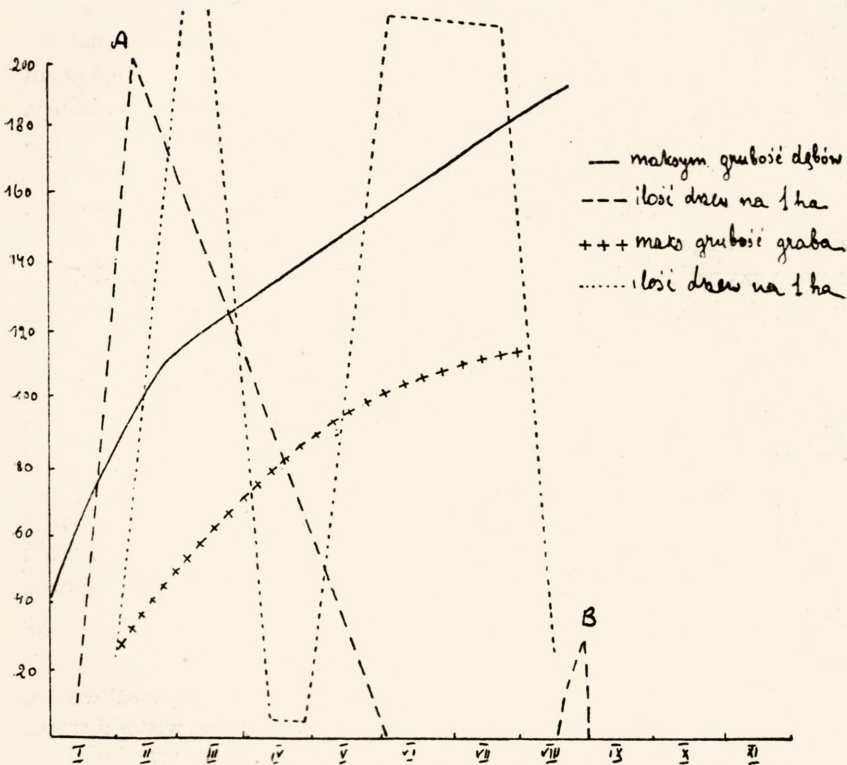
step, jak dąb w Europie. Brzoza i osika, w mniejszym stopniu dąb, znoszą pewne zasolenie gleby, co widać nie tylko z naszego przykładu, ale i z tego, że np. w Białowieży na wypaleniskach (gdzie rozkładano ogniska) chętnie wyrastają siewki wspomnianych drzew, gdy siewek grabów, klonów, lip... brak zupełny. Nadmiar soli, powstający z popiołu, uniemożliwia pojawianie się ostatnich do tego czasu, póki gleba przez wodę nie zostanie pozbawiona nadmiaru soli.

Jeszcze jeden przykład, zaczerpnięty z zakresu asocjacji leśnych. W Puszczy Białowieskiej możemy bardzo łatwo wyszukać szeregi ekologiczne, w których 3—4 ogniwa występują de facto jedno po drugim w miarę zniżania się nieco wyższego terenu ku zabagnionym dolinom. We wskazanym kierunku na ogół gleby z suchszych, gruboziarnistych i piaszczystych stają się coraz więcej drobnoziarnistymi, piaszczystymi, więcej próchnicowemi i więcej wilgotnemi aż do przesylenia ich wodą. Nie ograniczając się do jednego konkretnego szeregu, a porównując rozmaite szeregi pomiędzy sobą, zauważymy, że nieraz poszczególne ogniwa, występujące w rozmaitych szeregach, należą ze swej istoty do jednego i tego samego zasadniczo szeregu, mieszcząc się pomiędzy jego ogniwami. Zestawiając takie ogniwa, powyszukiwane w rozmaitych miejscowościach Puszczy, otrzymamy pewien szereg teoretyczny, który jednak w następstwie swych ogniw jest wzorowany na rzeczywistych stosunkach, a więc właściwie jest możliwością, której się tylko nie udało odnaleźć. Z 52 typów asocjacji leśnych, wyróżnionych w Puszczy, udało się zestawić najdłuższy ze wszystkich szeregów, składający się z następujących jedenastu ogniw:

I. Bór sosnowy; II. Sosnowo-dębowy; III. Sosnowo-dębowo-grabowy; IV. Bór świerkowy mieszany; V. Grud dębowy; VI. Grud typowy; VII. Grud klonowy; VIII. Grud jesionowy; IX. Oles jesionowy; X. Oles świerkowy; XI. Oles brzoźowy.

Na poniższym wykresie (ryc. 36) odcięta przedstawia szereg, złożony z jedenastu typów asocjacji leśnych. Na rzędnej liczby oznaczają maksymalną grubość dębów (—) w obrębie poszczególnych typów i ilość drzew na *ha* (---) w obrębie tychże. Widzimy, że w miarę spadania terenu grubość dębów wzrasta, aż wreszcie urywa się, ponieważ te asocjacje, w których na-

stępuje zmniejszenie się grubości dębów, leżą nieco w stronie poza obrębem naszego teoretycznego szeregu. Właściwie i maksymalna grubość (185 *cm*) leży nieco w stronie, mianowicie takie dęby spotykamy w olesogrudach (grab, olsza, świerk, dąb, jasion, lipa, klon...), które stanowią ogniwo przejściowe pomiędzy grupą grudów i olesów, jednak nie dające się ulokować bezpośrednio między grudem jesionowym a olesem jesionowym.



Rys. 36.

Co się tyczy ilości dębów na *ha*, to przedstawiona ona jest dwoma krzywami: *A* i *B*. Pierwsza z nich przedstawia frekwencję dęba w typach borowych i w grudzie dębowym, do pewnego stopnia spokrewnionym z borami. Krzywa *B* odpowiada stosunkom w olesogrudach. Pomiędzy temi dwiema krzywami występuje przerwa, która właściwie nie jest absolutną, gdyż w grudach klonowych i jesionowych czasami przy-

trafiają się pojedyncze dęby, lecz tak rzadko, że możemy to ignorować. O ile dąb pojawia się w takich grudach, jest on przepięknie ukształtowany, z czego widzimy, że dysjunkcja pomiędzy dwiema krzywymi nie jest natury siedliskowej, a jest wyrazem stosunków socjalnych. Taką dysjunkcję możemy nazwać socjalną¹⁾. Widocznem jest, że grab na takim bogatym siedlisku (glebie) nie dopuszcza rozwijania się dębów, które pojawiają się dopiero po przerwie w olesogrudach (krzywa *B*), gdzie grab rozwija się gorzej i częściowo zamieniony jest przez olszę, ponieważ gleba już jest w większym lub mniejszym stopniu zabagniona. Wogóle z wykresu widzimy, że przebieg krzywej rozwojowej i krzywej frekwencji w zakresie naszego szeregu teoretycznego kształtują się zupełnie inaczej, ponieważ pierwsza z nich jest wyrazem bogactwa siedliska, druga — rezultatem walki z innymi drzewami (w danym przypadku z grabem) asocjacji. Na gorszych siedliskach zwycięża dąb, pozostawiający w podszyciu grab, na lepszych grab, nie dopuszczający często dęba całkowicie.

Na naszym wykresie widzimy jeszcze dwie krzywe, przedstawiające analogiczne stosunki dla graba. Krzywa rozwoju, jak i analogiczna krzywa dęba, podnosi się stale w miarę wzbogacania się gleby. Krzywa frekwencji załamuje się raptownie w typie boru świerkowego mieszanego, jednak nigdy się nie przerywa, co nadaje jej postać dwuwierchołkową. Otóż to załamanie się frekwencji graba spowodowane jest przez świerk, który na tle niezbyt bogatej gleby boru świerkowego

¹⁾ Dysjunkcja dębowa nie jest tylko jakąś teoretyczną możliwością, wyprowadzoną dla wymyślanego przykładu. W rzeczywistości szereg ekologiczny tak się zawsze kształtuje, że grud klonowy przechodzi nie w grud jesionowy (który wogóle jest bardzo wielką rzadkością, realizującą się tylko w nader niewielkich fragmentach), ale w olesogrud albo od razu w oles jesionowy. Po przerwie, występującej na obszarze grudu klonowego, pojawiają się zwykle potężne dęby, o ile grud przekształca się w olesogrud, w którym grab nie może już bezwzględnie zważyć dęba.

Zjawisko dysjunkcji socjalnej nie kończy się na przykładzie dęba. Taką dysjunkcję wykazuje np. olsza czarna, która występuje w olesach; po przerwie w postaci drzew pojedynczych przytrafia się ona znowu w drzewostanach dębowych (i sosnowo-dębowych). Czernice rosną w typach borowych w szeregu aż do grudów dębowych, a dalej, po przerwie, w olesach i t. d.

mieszanego nie dopuszcza graba do liczniejszego rozrzedzenia się. Gdzie świerka jest mało, jak np. w sosnowo-dębowych lasach albo dąbrowach, grab, nie zważając na jeszcze gorsze warunki glebowe, może pojawiać się w znacznej nawet ilości (w dębowym drzewostanie naliczono 3.700 grabów podszytowych na *ha*, nie przekraczających zwykle metra wysokości), jednak rozwojowo tak słabego, że musi on pozostawać w warstwie podszycia i we właściwy drzewostan nie wchodzi.

Zaznaczyć należy, że wykres nasz jest grubo schematyczny, lecz dla naszych celów jest wystarczający.

Cóż daje nam powyższy szereg ekologiczno-socjalny? Dla zrozumienia stosunków socjalnych daje on nadzwyczaj wiele, lecz dla zrozumienia sukcesyj właściwie nic. Zmiany przestrzeniowe w danym przypadku nie dadzą się zidentyfikować ze zmianami w czasie. Wszystkie asocjacje powyższego szeregu są ostateczne, ponieważ są one uwarunkowane przez sam skład szkieletu glebowego. Żadne czynniki klimatyczne i żaden czas nie zdołają przekształcić piasku kwarcowego w glinki na podłożu marglowem, jak również nie przekształcą one glinki w piasek. Gdyby nastąpiła nawet jakaś zmiana makroklimatyczna, zostałyby odpowiednio zmodyfikowane wszystkie asocjacje, ale z samej natury rzeczy nie nastąpiłoby jakieś sprowadzenie ich do jednego mianownika. Tak zwane gatunki socjalnie silne, które przypuszczalnie wyparłyby inne, jako takie, bez uwzględnienia warunków edaficznych, nie egzystują. Dwa najwięcej cieniożośne gatunki Puszczy: grab i świerk, jak tylko co widzieliśmy, osięgają przewagę jeden nad drugim w zależności od gleby, na której ich współzawodnictwo się rozgrywa. Na grudowych glebach, które dla świerka są nadzwyczaj odpowiednie, gdyż tylko na nich świerk dochodzi maksymalnego rozwoju i na grubość, i na wysokość, przewaga pozostaje na stronie graba. Na uboższych glebach boru świerkowego mieszanego — po stronie świerka. Zastrzec się jeszcze należy, że wmieszanie się człowieka w życie asocjacji może te stosunki znacznie wypaczyć.

Co się tyczy stopnia doskonałości poszczególnych członów naszego szeregu, to wszystkie one są jednakowo doskonałe, o ile występują na właściwych dla nich miejscach. Krańcowe ogniwa na ogół są nieco uboższe co do swego składu gatun-

kowego, nieco mniej skomplikowane co do ich struktury wewnętrznej, ale to już jest funkcją uboższej gleby borowej z jednej strony i niekorzystnych wpływów zabagnienia z drugiej. Jeżeli się zwrócimy do środkowych ogniw łańcucha, to będziemy zmuszeni uznać je pod względem ich złożenia socjalnego za równocenne. Wobec tego oczekiwania, że jakiś typ rzekomo najdoskonalszy i najsilniejszy zwycięży kiedykolwiek wszystkie inne, na niczem nie są oparte.

Śród wszystkich zmian roślinności zupełnie odrębne stanowisko zajmują asocjacje płytszych wód i terenów zabagnionych. Odznaczają się one tem, że podłoże, na którym występują, nie jest zrównoważone, co stanowi kardynalną cechę ukształtowań łądowych.

Gleba stepowa lub leśna odznacza się właściwą jej wartością próchnicy, która ustawicznie powstaje i rozkłada się. Ponieważ procesy te są zrównoważone, procent, w jakim próchnica występuje, nie zmienia się w przecięciu. Wobec tego i poziom podłoża, na którym rozwija się roślinność, o ile wyeliminujemy wpływy postronne, pozostaje bez zmiany. Zupełnie inaczej zachowuje się podłoże, na którym rozwija się roślinność wodno-błotna. Pozostałości roślin obumarłych, wobec pokrycia substratu wodą lub przesylenia jego przez ostatnią, nie mogą się rozkładać tak szybko, ażeby nie następowało gromadzenie się szczątków roślinnych w rozmaitych fazach ich rozpadu. Wobec tego powstają coraz grubsze warstwy pochodzenia roślinnego, które podnoszą poziom dna basenu lub wytwarzają coraz grubsze pokłady masy torfiastej. W takich warunkach podłoże może się wreszcie wznieść ponad poziom wody kotliny, wstępując w fazę nawodnienia bezpośrednio atmosferycznego¹⁾. Wywołuje to sukcesywne zmiany i w roślinności, które mogą doprowadzić do tego, że na pokładach torfowych pojawia się roślinność leśna, która potem może być wyparta przez torfową i t. d. Jednym słowem w takich przypadkach mamy do czynienia z ukształtowaniami, zawierającymi przyczynę zmian w samym łonie.

¹⁾ Zaznaczyć również należy, że takie narastanie substratu tworzy się nie tylko pod wpływem roślinności wodnej, ale i tych zwierząt wodnych, które są do podłoża umocowane i żyją całymi kolonjami. Rafy koralowe etc. mogą posłużyć przykładem wspomnianych wytworów.

Wobec wskazanej osobliwości, roślinność wodno-błotna nie tylko może przedstawiać pewne ogniwa szeregów ekologicznych, ale te ogniwa będą również i pewnymi „sukcesjami“ czyli stadjami, występującymi w czasie.

Przystępując wreszcie do zagadnienia sukcesyj, zmian występujących następczo na jednym i tem samym miejscu, musimy zaznaczyć, że w ich zakresie możemy wyróżnić dwie zasadniczo zupełnie różne kategorie.

Pierwszą grupę będą stanowiły zmiany, wywołane dążnością do odtworzenia tego, co zostało przez te lub owe czynniki zniszczone. Wobec tego istota ich i cel zawarte są nie w tych zmieniających się obszarach, które z konieczności występują w pewnym porządku, ale w powrocie do stanu pierwotnego, który stanowi granicę zmian. Jest to więc wyraz zasady konserwatywnej, realizującej się w procesach regeneracyjnych, które odbywają się wszędzie i zawsze i nie nowego w sobie nie zawierają, ponieważ przebiegają po odwiecznie już utartych drogach.

Odbywając się jednak wedle zasadniczych praw kształtowania asocjacji, jako utworów syntetycznych, procesy regeneracyjne mogą nas naprowadzać na drogi, po których kroczyła roślinność w czasie kształtowania się jej, zakończonego obecnym stanem. Poznanie procesów regeneracyjnych może być wskutek tego bardzo pomocne przy dociekaniach historyczno-roślinnych. Stadja regeneracyjne do pewnego stopnia powtarzają sukcesje historyczne, w czem zachodzi analogja stosunku ontogenezy do filogenezy. Naprz. brzoza i osika, gatunki pionierskie, wytwarzające pewną fazę w zalesieniu przestrzeni lasów pozbawionych, stanowiły również pewne stadjum w rozwoju szaty leśnej na terenach polodowcowych.

Na skutek powyższego, procesy regeneracyjne występują w ramach ściśle zakreślonych z góry w swych końcowych fazach przesadzonych, a w początkowych uzależnionych od charakteru i stopnia zniekształcenia je powodującego. Prócz tego w tych początkowych fazach większe znaczenie posiadają czynniki wypadkowe, które w otwartych zrzesczeniach wogóle zawsze odgrywają większą rolę, niż w zamkniętych, co zresztą zostaje usunięte w miarę postępowania regeneracji ku końcowi.

Z samej swej natury, jest więc regeneracja zjawiskiem cyklicznym, przytem lokalnem.

Nie ulega kwestji, że do kategorii procesów regeneracyjnych należą również i przypadki wytwarzania się roślinności na zmienionej, a nawet zniszczonej glebie. W takich przypadkach proces regeneracyjny wymaga tylko nieraz nierównie dłuższego czasu, ale zasadniczo nie zmienia się ani na jotę. Nawet wtedy, kiedy wytwarza się zupełnie nowe podłoże, na którym roślin nigdy jeszcze nie było (np. przy usuwaniu się pokładów w górach), w zasadzie również mamy do czynienia z procesem niczem się nie różniącym od regeneracji, ponieważ przebiega, aczkolwiek w jeszcze powolniejszym tempie, wedle podstawowego prawa tworzenia się i rozwijania zespołów roślinnych wogóle, a więc przechodzi przez stadja otwarte, trawiaste (łąkowe) i ostatecznie leśne, dociągając się w swym końcowym etapie do rozwojowego poziomu, jaki jest właściwy w miejscu tworzenia się tej nowej roślinności, lecz nigdy go nie przekraczając.

Ponieważ klimat nowego terenu jest uzależniony od klimatu otaczających obszarów, nierównie większych od nowopowstającego, a więc niejako dany jest w prawie gotowym stanie, a także ponieważ otaczająca nasz nowy obszar roślinność zapewnia ciągły i urozmaicony obsiew, przebieg tworzenia się ostatecznych asocjacji na nowym terenie jest nierównie krótszy, aniżeli by to nastąpiło po wielkich kataklizmach geologicznych, niszczących cały świat organiczny na olbrzymich obszarach.

Wreszcie do tejże grupy regeneracyjnej możemy właściwie zaliczyć również i procesy zarastania basenów wodnych, co się odbywa przy udziale roślinności, a także tworzenie się pokładów torfowych. Zjawiska te występują jednocześnie i w postaci pewnych szeregów ekologicznych i imitują w znacznym stopniu sukcesje, o czem mówiliśmy nieco wyżej. Cechą ich, wspólną z procesami regeneracyjnymi, jest nieprzekraczanie najwyższego poziomu terażniejszości, a modyfikowanie się w obrębie tej ostatniej.

Pozostaje jeszcze do rozpatrzenia ostatnia grupa, wyróżniająca się tem, że procesy, stanowiące jej istotę, występują na ogromnych, nawet olbrzymich obszarach, odbywają się

w tempie dla nas nieuchwytnym, przebiegają w kierunkach nieokreślonych i niepowrotnie (nie cyklicznie), ciągle przekraczając swój własny poziom. Takie zmiany przedstawiają prawdziwe sukcesje, sukcesje bez wszelkich zastrzeżeń.

Stosunek zmian sukcesyjnych do regeneracyjnych byłby, jak już o tem wspominaliśmy, analogiczny (ale nie homologiczny) do stosunku, jaki zachodzi pomiędzy filogenezą i ontogenezą. Sukcesje są elementami historii szaty roślinnej, są to wyrazy momentów, posuwających całość naprzód albo wstecz, momentów które zawarte są w środowisku i działają w postaci czynników klimatycznych.

Elementy sukcesyj poznajemy na podstawie badań paleontologicznych. Pewne wskazówki dla historii zmian, które zachodziły w czasach bliższych, dają fakty rozmieszczenia geograficznego organizmów i w czasie obecnym. Wreszcie o kierunkach zmian szaty roślinnej w czasach ubiegłych, a do pewnego stopnia nawet w przyszłych, możemy wnioskować na podstawie badań fitosocjologicznych, wychodząc z procesów regeneracyjnych i stosunków zachodzących w szeregach ekologicznych.

Streszczając się, przychodzimy do wniosku, że :

1. Koncepcja klimaksowa nie tylko nie jest realna, ale i niepotrzebna.
2. W kwestji oceny zakończoneści asocjacji, miarodajnem jest jej zrównoważenie czyli uzgodnienie z środowiskiem.
3. Szeregi ekologiczne w kwestji poznania sukcesyj mogą (ale nie zawsze muszą) posiadać nieraz nawet doniosłe znaczenie, jednak największą wartość przedstawiają one dla dynamiki i typologii socjalnej.
4. Procesy regeneracyjne, posiadające tak wielkie znaczenie dla kwestji sukcesyj, nie mogą być z temi ostatniemi identyfikowane.
5. Sukcesje są kategorjami historycznymi, nie powtarzającami się.

KAZIMIERZ SIMM.

Znaczenie i cele przyrodniczych muzeów regionalnych.

Sprawa regionalnych muzeów przyrodniczych interesuje mnie oddawna. Przypuszczam również, że sprawą tą interesują się coraz żywiej nauczyciele przyrody, pracujący w szkolnictwie średnim i powszechnym, już choćby tylko z tego względu, że niejeden z nich brak takiego muzeum dotkliwie nieraz odczuwa i to z rozmaitych przyczyn. Wprawdzie w programach nauczania naszych szkół nauczanie przyrody nie znajduje obecnie tyle miejsca, ile jest konieczne ze względu na znaczenie tych nauk dla ogólnego rozwoju umysłowego młodzieży, jednak spodziewać się należy, że przecież kiedyś i przyrodniczy będą do głosu dopuszczeni przy ustalaniu programów nauczania, a z chwilą, kiedy nauki przyrodnicze przesiądą się wyżej, wypłynie na porządek dzienny także sprawa muzeów przyrodniczych regionalnych.

W ostatnich kilku latach miałem sposobność zetknięcia się kilkakrotnie zarówno z nauczycielstwem szkół powszechnych jak i średnich i zawsze, choćby przygodnie, w rozmowie wynurzały się idee, dotyczące takich właśnie muzeów. To też jest jeden z ważniejszych motywów, które skłoniły mnie do wypowiedzenia szeregu uwag na ten temat. Drugą grupę stanowią motywy, że tak powiem, idealno naukowe, wynikające z konieczności wciągnięcia w prace nad badaniami fizjograficznymi ziem Polski jak najliczniejszego zastępu ludzi dobrej woli, niekoniecznie fachowo wyszkolonych przyrodników. Wreszcie trzecim motywem jest pewnego rodzaju zarozumiałość

osobista na punkcie bogactwa przyrodniczego naszego kraju, którem warto i możnaby się czasem przed obcymi pochwalić.

Na wstępie trzeba z zadowoleniem stwierdzić, że poczucie potrzeby organizowania regionalnych muzeów przyrodniczych zaczyna przenikać coraz głębiej i silniej w oświecone warstwy społeczeństwa. Być może, że jest to wynikiem coraz większego zainteresowania się przyrodą żywą i martwą i naturalnymi bogactwami naszego kraju ze strony nie tylko przyrodników, ale coraz szerszych warstw naszego społeczeństwa. Zapewne, że do tego walnie się przyczynia działalność Państwowej Rady Ochrony Przyrody i Ligi Ochrony Przyrody. Być może, że motywem tutaj są organizowane coraz częściej i gęściej kursy dokształcające dla nauczycielstwa szkół powszechnych i średnich ogólnie kształcących; być może, że przyczynia się tu właśnie owo upośledzenie nauk przyrodniczych w szkolnych programach nauczania, bo przecież jeśli kto, to młodzież przede wszystkim ma ów wrodzony pęd do badań przyrodniczych i szuka zaspokojenia głodu tego składnika karmy duchowej w gorączkowym gromadzeniu okazów martwej i żywej przyrody i że dla zaspokojenia tego głodu, w czasie wycieczek do miast, gdzie istnieją zbiory przyrodnicze, zwiedza z największym zapalem właśnie owe muzea. A może także chęć tworzenia muzeów przyrodniczych ma głębszy podkład, który nazwałbym obawą, że to co jest jeszcze, może wogóle bez śladu w niedalekiej przyszłości zniknąć, więc niechże chociaż w zbiorach zakonserwowane okazy zostaną dla przyszłych pokoleń. A może wreszcie czynne są tutaj li tylko czysto idealne pobudki?

Jakkolwiek bądź jest, trzeba stwierdzić fakt, że istotnie obecnie w Polsce istnieje i rozwija się szybko ruch w kierunku tworzenia regionalnych muzeów już to ogólnych, już to specjalnych. Nie są w tym ruchu muzea przyrodnicze zepchnięte na miejsce ostatnie, jak o tem świadczy między innymi Miejskie Muzeum Przyrodnicze w Grodnie albo dział przyrodniczy Śląskiego Muzeum w Katowicach.

Zanim jeszcze przejdę do właściwego tematu, muszę bodaj w paru słowach podać określenie muzeum wogóle, a przy-

rodniczego w szczególności. Jeżeli przyjmiemy za słuszną definicję dr. Tretera, że „muzeum jest to instytucja naukowa, w której zapomocą systematycznego zestawienia planowo i umiejętnie zebranych, a należycie konserwowanych okazów (produktów naturalnych albo sztucznych, oryginałów, kopij, reprodukcji, modeli i t. p.) unaocznia się całokształt, względnie jakąś gałąź wiedzy ludzkiej o przyrodzie wszechświata, lub o człowieku, jego cywilizacji i kulturze“, to odnośnie do muzeów przyrodniczych trzeba powiedzieć, że są to naukowe instytucje, w których zapomocą odpowiednio zakonserwowanych okazów przyrody żywej i martwej, odzwierciedla się na niedużej przestrzeni całokształt przyrody żywej i martwej współczesnej i epok minionych. Z tej definicji wynika, że zbiory przyrodnicze w muzeach muszą być gromadzone na naukowych podstawach, a więc przez fachowców. Wynika z tego dalej, że muzea przyrodnicze to nie zbiory samych osobliwości, lecz możliwie dokładny obraz przyrody pewnej mniejszej lub większej przestrzeni, pokazanej niejako w zmniejszeniu. To jednak właśnie wymaga wielkiej umiejętności w zestawieniu takich zbiorów.

Każde muzeum a więc i przyrodnicze może mieć dwojaki charakter; a mianowicie: albo jest czysto naukowe, albo też, że tak powiem, popularne. Dla uniknięcia nieporozumienia muszę wyjaśnić, co nazywam popularnem. Określę to przez analogję. Przypuśćmy, że ktoś zajmuje się badaniami nad tak zwiłym problemem, jak dziedziczność. Zbiera więc fakty, przeprowadza doświadczenia, bada budowę komórek rozrodczych, aby wreszcie na podstawie tak zgromadzonego materiału móc wysnuć pewne wnioski, czy wykryć prawa dziedzicznością rządzące. W ogłaszanej następnie rozprawie naukowej używa terminów i określeń, tudzież powołuje się na fakty, znane fachowcom, lecz nieznanie laikom. Rzecz naturalna, że tego rodzaju rozprawa będzie dostępna tylko fachowcom w tej dziedzinie pracującym. Można jednak mówić i pisać o dziedziczności także w ten sposób, aby rzecz była zrozumiała i dla ludzi, którzy nigdy zagadnieniem tem się nie zajmowali fachowo, a nawet tak, aby to było zrozumiałe dla ludzi nie z nauką nie mających wspólnego. To będzie właśnie rozprawa popularna. Nie znaczy to jednak, jakoby nie była naukową

i ściśłą. Owszem, przeciwnie. Stąd jednak wynika duża trudność dla piszącego, a popularyzacja wiedzy jest istotnie wielką sztuką, nie każdemu uczoneму dostępną.

Otóż wracając do muzeów przyrodniczych, czysto naukowymi będą te, które gromadzą zbiory li tylko w celach ściśle naukowych i z takich zbiorów korzystać będą mogli jedynie fachowcy. Jeżeli jednak w muzeum znajdować się będą okazy tak dobrane, aby każdy na ich podstawie mógł nabrać wyobrażenia o jakimś dziale wiedzy przyrodniczej, muzeum będzie miało charakter popularny, a raczej powiedzmy popularno dydaktyczny. Trzeba przytem zaznaczyć, że takie muzeum nie jest identyczne z tem, co Niemcy nazywają „*Schausammlung*“, muzeum pokazowe, w którym wystawia się na widok tylko ciekawostki i gdzie nie chodzi o stronę dydaktyczną, więc o nauczanie, lecz raczej o samą przyjemność oglądania rzeczy niezwykłych, osobliwości. Nie mogę bliżej tutaj tej kwestji omawiać, nie należy to bowiem do samego tematu. Poruszyłem to jedynie dlatego, aby w dalszych wywodach być lepiej zrozumianym.

Przechodząc teraz do właściwego tematu, muszę określić, co należy rozumieć pod słowami „regjonalne muzeum przyrodnicze“. Moznaby tu użyć równie dobrze określenia muzeum prowincjonalne, co odpowiadałoby doskonale niemieckiemu „*Provinzmuseum*“. Wobec tego jednak, że słowo „regjonalny“ uzyskało już w języku polskim do pewnego stopnia prawo obywatelstwa, przy niem zostaniemy, tem więcej, że istnieją regjonalne kursy doksztalcające dla nauczycielstwa, regjonalne zjazdy polityczne a nawet regjonalne uniwersytety. Otóż za regjonalne uważam takie muzeum przyrodnicze, które gromadzi zbiory z pewnej, dość ściśle ograniczonej przestrzeni, stanowiącej jakąś charakterystyczną jednostkę geograficzną. W każdym kraju można takich jednostek geograficznych wyróżnić pewną liczbę, przyczem oczywiście granice ich nie mogą się pokrywać z granicami jednostek administracyjnych, chyba tylko wyjątkowo. Jak wspomniałem granice regjonów muszą się opierać na właściwościach geograficznych, t. zn. muszą być uwzględniane obszary, różniące się między sobą właściwościami klimatycznymi i meteorologicznymi, geologiczną budową i rzeźbą terenu, stosunkami florystycznymi i faunistycznymi a także

stosunkami gospodarczymi w najogólniejszym znaczeniu tego słowa. Na tych podstawach tylko może być dokonany podział na regiony, których granice oczywiście nie mogą być bezwzględnie ścisłe, ponieważ między sąsiednimi zawsze będą istniały pasy przejściowe. Jeżeli teraz w każdym w ten sposób wydzielonym regionie powstanie muzeum przyrodnicze, będziemy mieli regionalne muzea przyrodnicze.

Przypatrzmy się teraz, jakie regiony możnaby na wymienionych warunkach utworzyć w Polsce. Już samo wyniesienie terenu nad poziom morza jest u nas bardzo rozmaite, bo od zera na Bałtyku aż do przeszło 2000 metrów w Tatrach. Cała południowa, o Karpaty oparta, część kraju ma zupełnie inny charakter, aniżeli wielki niż środkowy, w którym znowu dałyby się wyróżnić pewne jednostki geograficzne, jak Kujawy, Kotlina Śląska, Podole, Wołyń, Polesie. W przybliżeniu możnaby Polskę podzielić na następujące regiony: 1) północny, obejmujący Wileńszczyznę i Nowogrodzkie, 2) poleski, to całe dorzecze Prypeci, 3) wołyński, 4) podolski, 5) wschodnio-karpacki łącznie z gniazdem Czarnohorskiem, 6) beskidzki, obejmujący środkowe i zachodnie Karpaty, i tatrzański, 8) region wyżyny Małopolskiej, 9) wyżyny lubelskiej, 10) śląski, 11) sandomierski, 12) zachodnio polski t. j. Poznańskie i Kujawy, 13) mazowiecki, 14) pojezierze dobrzyńskie, 15) nadbałtycki. Nie chcę twierdzić, jakoby ten podział był jedynie racjonalny, bo przy bliższym opracowaniu flory i fauny może się okazać potrzeba wydzielenia jeszcze innych regionów, n. p. opolskiego, podkarpackiego i t. p. Podane jednak tutaj obszary tworzą, mojem zdaniem, jednostki geograficzne dość ściśle w sobie zamknięte, charakterystyczne odrębnymi swoistymi cechami.

Bardzo ważnym względem w rozwiązaniu sprawy muzeów regionalnych jest wybór odpowiedniej miejscowości. Chodzi tu bowiem o to, aby do muzeum mieli dostęp nie tylko fachowcy, lecz także i to przedewszystkiem młodzież szkolna. Oczywiście w wyborze tym musimy się liczyć z lokalnymi warunkami komunikacyjnymi, bo nieraz dostęp do miejscowości na skraju regionu położonej będzie łatwiejszy, aniżeli do środkowej. Weźmy dla przykładu Śląsk. Tutaj tak się wszystko składa, że właśnie Katowice, leżące niemal dokładnie w środku

województwa, są najodpowiedniejszym punktem dla założenia muzeum regionalnego. Nie dlatego, że to stolica województwa, lecz że dostęp jest ze wszystkich stron bardzo łatwy i dogodna komunikacja zarówno z resztą Śląska, jak i z całą Polską. Inaczej rzecz przedstawia się n. p. w regionie bałtyckim. Tam bodaj że najdogodniejszym punktem byłyby Kartuzy, chociaż leżą na skraju. Oprócz tego musi się brać pod rozwagę odpowiednie pomieszczenie dla zbiorów, bo nie wszędzie jest możliwość wybudowania gmachu, ani nie wszędzie znajdzie się jakiś, na razie bezużytecznie stojący, budynek, któryby można bez wielkich wkładów na muzeum przerobić. Jest jednak sporo u nas jużto rozpoczętych budowli, jużto nawet zabytków architektonicznych, które przy dobrej woli możnaby adaptować na gmachy muzealne. I jeszcze jedno. Na wybór miejsca musi wpływać także to, czy w danej miejscowości znajdują się odpowiedni ludzie, którym możnaby powierzyć opiekę nad zbiorami i zawiadywanie nimi, przyczem muszą to być ludzie dobrej woli, bo o płatnych siłach nie można, na razie przynajmniej, myśleć. Wogóle środki finansowe to największy szkopuł w tworzeniu muzeów, choćby dlatego, że nie wszystko można otrzymać w drodze darowizny. Mojem zdaniem muzea przyrodnicze regionalne muszą się przynajmniej w początkach oprzeć na tej właśnie drodze zdobywania okazów, a wiem, że przyrodnicy, to taki naród, który chętnie dla publicznego dobra daje, co ma najcenniejszego.

Chodziłoby teraz o rozważenie potrzeby tworzenia regionalnych muzeów przyrodniczych. Już we wstępnych uwagach podałem parę motywów, uzasadniających tę potrzebę, teraz postaram się rozpatrzyć ją bliżej. Zasadniczo rzecz biorąc, mógłby ktoś powiedzieć, że najpierw należy rozbudować istniejące już Państwowe Muzeum Zoologiczne w Warszawie, jako centralne muzeum przyrodnicze polskie, które odzwierciedlałoby całokształt polskiej przyrody. Oczywiście nie można przeciw takiemu twierdzeniu przytoczyć ani jednego poważnego argumentu. Jednak mojem zdaniem przez tworzenie regionalnych muzeów przyrodniczych centralne nie tylko nie ucierpi

w rozbudowie, lecz owszem zyska. Bo takie właśnie regionalne muzea, jako placówki rozsiane po całym kraju, byłyby znakomitemi pośrednikami w zdobywaniu okazów dla muzeum centralnego, choćby przez odstępowanie nadliczbowych okazów. Co więcej, muzeum centralne mogłoby zyskiwać okazy z całej Polski za pośrednictwem muzeów regionalnych daleko łatwiej, aniżeli od osób prywatnych, a także koszta byłyby mniejsze, bo nie trzeba by wysyłać osobnych ludzi w zapadłe, a przyrodniczo wielce ciekawe kąty kraju. Śmiem twierdzić, że wyzyskanie terenów przy pośrednictwie regionalnych muzeów jest daleko łatwiejsze, aniżeli bezpośrednio przez muzeum centralne. Przytem jeszcze jeden wzgląd wchodzi w grę. Oto miejscowe czynniki lepiej aniżeli centrala potrafią się orjentować w tem, co dla danego regionu jest godnem ochrony, i mojem zdaniem ten wzgląd ochrony przyrody powinien tutaj także zaważyć w kierunku dodatnim dla regionalnych muzeów przyrodniczych.

Muzea regionalne z zasadniczych względów muszą mieć odmienny charakter od centralnego. Zaznaczyłem już na początku, że powinny one być popularne w najlepszem znaczeniu tego słowa. Jak w centralnem powinny się znajdować okazy przyrody egzotycznej, tak w regionalnych nie powinno ich być zupełnie. Nawet nie należy dążyć do tego, aby w regionalnych gromadzić okazy z całego kraju. Regionalne muzeum powinno dawać obraz przyrody tylko z pewnego, mniej lub więcej ściśle określonego terenu, przy uwzględnieniu zresztą możliwie dokładnem pasów przejściowych. Nie wyklucza to, ani nie zaprzecza naukowości muzeów regionalnych. Owszem powinny one zawierać materiały naukowe już opracowane, albo do opracowania naukowego zdadne. Inaczej być nie może, jeśli muzeum takie ma dawać rzeczywisty obraz przyrody swego regionu.

Muzea regionalne mają olbrzymie znaczenie, jako pewnego rodzaju pomoce naukowe, w znaczeniu ogólniejszem przy nauczaniu przyrody w szkołach ogólnie kształcących. Rzadko bowiem która szkoła może zdobyć się na większy zbiór ponad podręczny. Byłoby to zresztą zupełnie zbyteczne a nawet nieracjonalne, już choćby dlatego, że nie każdy nauczyciel umie ze zbiorami i ich konserwacją należycie się obchodzić. Jednak ponieważ ostatecznym i najwyższym celem nauczania przy-

rody w szkołach ogólnie kształcących jest ugruntowanie przywiązania do ojczyzny, przeto nieodzowną jest rzeczą, aby młodzież mogła poznać możliwie wiele z tej przyrody, a nade wszystko to, co znajduje się na najbliższym jej terenie. Niema obawy, aby na tem tle mógł zakorzenić się obrzydliwy patrijotyzm dzielnicowy.

Drugim ważnym argumentem, to możność racjonalnego i łatwiejszego a gruntowniejszego dokształcania nauczycieli szkół powszechnych i średnich. Wszystkie kursy cierpią bardzo wskutek braku odpowiednich zbiorów przyrodniczych o charakterze muzealnym w miejscowościach, w których są urządzane. W kursie takim przecież nie chodzi o to, aby uczestnicy nauczyli się na pamięć systematyki botanicznej, zoologicznej, petrograficznej i t. p., lecz o to, aby na podstawie wykładów mogli wiedzę swoją pogłębić, czy uzupełnić. Osiągnąć to oczywiście najlepiej przez bezpośrednią obserwację w przyrodzie. Jednak nie zawsze to jest możliwe, bo nieraz trzeba by paru lat, aby wszystko zobaczyć, co widzieć należy. W muzeum natomiast jest możność pokazania bardzo wielu rzeczy niejako w skrócie, na podstawie dobrze zakonserwowanych i racjonalnie ugrupowanych okazów. I jeszcze jedno. Wśród nauczycielstwa zarówno szkół powszechnych jak i średnich jest wiele osób, któreby mogły i chcą naukowo pracować, szczególnie w kierunku fizjograficznym. Brak im jednak bardzo często oparcia o jakąś instytucję, gdzie mogliby znaleźć wskazówki i rady, materiał porównawczy, literaturę, co zwłaszcza dla początkujących jest niezmiernej wagi. I trzeba przyznać, że bardzo wiele zapału i najlepszych chęci idzie na marne właśnie dlatego, że brak u nas prowincjonalnych ośrodków naukowych, jakimi mogłyby się stać regionalne muzea. Wskutek tego także marnuje się nieraz wiele cennych materiałów, gromadzonych przez nauczycielstwo i młodzież szkolną. Nie można winić tych ludzi, bo większość nie wie poprostu, do kogo ma się o radę i wskazówki zwrócić, albo nie robi tego z powodu dziwnej nieśmiałości. Tymczasem w regionalnych muzeach musieliby być kierownicy, którzy z zasadniczych względów byłiby w stałej łączności z nauką, i oni właśnie mogliby walenie ułatwiać pracę prowincjonalnym przyrodnikom. O korzyściach, wynikających stąd dla nauki polskiej, nie trzeba

chyba wiele mówić. Dzięki muzeom regionalnym postąpiłoby wartkim krokiem naprzód opracowanie fizjografii ziem Polski. A tak dużo jeszcze w tym kierunku mamy do zrobienia. Dla ilustracji, jak wiele mogą zrobić prowincjonalni badacze, przypomnę nazwiska takich ludzi, jak nieżyjący już dyrektor gimnazjum w Nowym Sączu Klemensiewicz, znany zbieracz motyli, albo hr. Branicki, albo Schille i wielu wielu innych. A wielu z pośród młodzieży już od najwcześniejszych lat szkolnych interesuje się żywo przyrodą i ile mogliby oni oddać przysług nauce polskiej, wiedzą chyba nasi nauczyciele przyrodnicy, pracujący w prowincjonalnych szkołach.

Ze wspomnianych ogólnikowo wyżej zadań regionalnych muzeów przyrodniczych trzy uważam za najważniejsze, a mianowicie: 1. gromadzenie naukowych zbiorów, 2. popularyzację wiedzy przyrodniczej i 3. akcję ochrony przyrody. Przypatrzmy się obecnie bliżej tym trzem zadaniom i rozważmy możliwość i sposoby ich wykonania.

Co do gromadzenia zbiorów naukowych, to uważam, że nabywanie okazów byłoby możliwe przynajmniej w początkach głównie drogą darowizn, rzadziej w drodze depozytów, a jeszcze rzadziej drogą kupna. Ten ostatni sposób obecnie grałby najmniejszą rolę z powodu zapewne bardzo szczupłych funduszy, jakimi dysponowałyby muzea regionalne. Darowizny pochodziłyby przeważnie od młodzieży szkolnej i od osób, które mają zamiłowanie do sporządzania zbiorów przyrodniczych, jednak nie robią ich obecnie, ponieważ zwykle nie mają dla nich odpowiedniego pomieszczenia, czy też z innych jakichś względów. Skoro jednak powstałaby instytucja, takie zbiory gromadząca celowo a nawet ideowo, wówczas napewno i zbieracze znaleźliby się chętni. Naturalnie rzeczą kierownictwa muzeów będzie, aby nie dopuścić do dewastowania przyrody.

Wylania się tutaj jedna ważna kwestja, a mianowicie, czy przez gromadzenie zbiorów w regionalnych muzeach przyrodniczych nie ucierpi nauka. Już poprzednio powiedziałem, że nie podzielam tych obaw. Jeżeli bowiem muzeum regionalne ma być rzeczywiście instytucją naukową, to przecież zbiory do tego muzeum oddawane musiałyby być albo już naukowo opracowane, albo też byłyby materiałami, które ktoś

*

w przyszłości będzie opracowywał, a wyniki zostaną drukiem ogłoszone. Więc straty nauka nie poniesie, a jedynie przez racjonalne rozłożenie pracy na cały teren Państwa nawet ogromnie zyska. Przytem należy się spodziewać, że takie właśnie muzea regionalne staną się z czasem małemi, ale ważnemi ośrodkami naukowemi, szczególnie w kierunku badań nad fizjografią kraju; dokona się pożądana decentralizacja pracy, kierowanej oczywiście zawsze przez fachowców specjalistów, pracujących przeważnie w ośrodkach uniwersyteckich. Mógłby z czasem tą drogą wytworzyć się bardzo poważny zastęp pracowników. W tradycji nauki polskiej posiadamy wspaniały przykład Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademji Umiejętności. Przecież to, że były zabór austriacki jest dzisiaj najlepiej pod względem fizjograficznym opracowaną dzielnicą Polski, to właśnie zasługa tej Komisji, która zyskiwała gorliwych pracowników w szerokich warstwach społeczeństwa, pracowników z których bardzo wielu zyskało imię, znane w nauce światowej. Dzięki współpracy rozsianych po całej Polsce członków, Komisja Fizjograficzna mogła stworzyć w Krakowie bodaj że najbogatsze muzeum przyrodnicze w kraju, a nagromadzone tam materiały jeszcze przez wiele lat będą źródłem szeregu poważnych prac naukowych. A wiele powstało zbiorów prywatnych o wysokiej wartości naukowej pod wpływem Komisji Fizjograficznej, ile uratowano cennych niezmiernie dla nauki rzeczy — wyliczać tutaj byłoby za długo.

Wspomniałem wyżej, że materiały naukowe, gromadzone w regionalnych muzeach przyrodniczych, musiałyby być przez specjalistów opracowywane, jeśli muzea te mają być istotnie naukowemi. Nie należy się obawiać, jakoby te zbiory były dla nich trudno dostępne, bo to już tak jest, że przyrodnik zawsze umie dowiedzieć się, gdzie i jakie zbiory się znajdują, a cóż dopiero, skoro zbiory będą w muzeum publicznem. Specjalista zawsze do nich dotrze, chętnie je skontroluje i oznaczy gatunkowo. A nie można przecież przypuścić, aby w każdej miejscowości znaleźli się wszelkiego rodzaju specjaliści. Nauka więc nie tylko na tem nie ucierpi, lecz owszem zyska, a ogólny ruch naukowy wydatnie się wzmoże. I jeszcze jedno. Bardzo często się zdarza, że o zbiorach prywatnych, nieraz nawet bardzo cennych, nauka nie wie przez długi czas albo dowia-

duje się zapóźno i to zwykle drogą przypadku. Jeżeli natomiast w danym regjonie powstanie muzeum przyrodnicze, wówczas i te prywatne zbiory dla nauki ujawnią się prędzej, już choćby dlatego, że kustosz muzeum ma możliwość dowiedzenia się o nich łatwiej, albo też dlatego, że ten i ów zbieracz odda swoje zbiory w depozyt do muzeum, np. dlatego, że w mieszkaniu nie ma dla nich odpowiedniego przechowania. I sądzę, że właśnie takie depozyty mogłyby dać bardzo piękny początek muzeom regionalnym. Zbiory prywatne nieraz marnieją głównie dlatego, że niema dla nich należytego pomieszczenia; muzea zło to uchylałyby w znacznej mierze. Również były wypadki, że bardzo cenne polskie zbiory wędrowały za granicę, i dopiero po dokonanej sprzedaży nauka polska dowiadywała się o smutnym fakcie. I tutaj ingerencja muzeów regionalnych odda wielkie usługi. Wogóle muzea regionalne powinny stać się pewnego rodzaju instytucjami opiekuńczymi dla zbiorów prywatnych, a równocześnie być czynnikiem ułatwiającym dostęp do nich specjalistom nie tylko polskim, lecz i obcym.

Dążeniem prac fizjograficznych w każdym kraju jest stworzenie możliwie dokładnego obrazu fauny, flory i stosunków geologicznych, a następnie na tych podstawach opracowanie mapy rozsiedlenia geograficznego żywych istot. Na tem polu u nas jest szczególnie wiele do zrobienia. Wszak olbrzymi szmat Polski na wschód od Wisły to kraina prawie przez naukę polską nieznaną, bo dziesięć lat pracy obecnej i dorywcze przeważnie przedwojenne nie mogły dostarczyć odpowiednio obfitego materiału do tego rodzaju dzieła, jakim jest opracowanie geograficznego rozsiedlenia gatunków zwierząt i roślin. I tutaj muzea regionalne mogą oddać nieocenione usługi, jako naukowe placówki, obejmujące działalnością nieduże stosunkowo przestrzenie kraju. Praca fizjograficzna ulegnie wskutek tego decentralizacji, podzieli się między liczniejszy niż dzisiejszy zastęp pracowników. Z tak powstałych opracowań niedużych terenów z czasem można będzie stworzyć mapy rozsiedlenia geograficznego zwierząt i roślin na całym obszarze Polski. I w tem tkwi także wielkie znaczenie muzeów regionalnych a zarazem piękny ich cel naukowy.

Samo gromadzenie zbiorów przyrodniczych nie może być jedynym celem regionalnych muzeów. Wskazałem wyżej na to,

że muzea te muszą rozwijać także działalność popularyzatorską dla wiedzy przyrodniczej. Jak ta działalność ma wyglądać w praktyce, pokaże samo życie. Obecnie wobec braku tych muzeów, gdyż właściwie poza Muzeum Tatrzańskim w Zakopanem nie mamy drugiego podobnie postawionego, nie można wytyczać szczegółowego planu działalności popularyzatorsko-dydaktycznej. Jednak już to, że w muzeum regionalnym ma być dokładnie zobrazowana przyroda pewnego obszaru, będzie znakomicie przyczyniało się do szerzenia wiedzy przyrodniczej wśród szerokich warstw społeczeństwa, a szczególnie wśród młodzieży szkolnej i nauczycielstwa, zwiedzających te muzea. Tu chodzi głównie o to, aby zbiory były w ten sposób zestawione i wystawione na widok publiczny, iżby istotnie umożliwiały łatwą orientację w całości obrazu przyrody regionu. Stąd wynika konieczność działowego grupowania okazów i to na podstawach raczej ekologiczno-biologicznych aniżeli systematycznych. Takie biologicznie dobre zobrazowanie przyrody bezporównania lepiej i więcej nauczy patrzącego, aniżeli zbiór systematyczny, który ma wartość tylko dla fachowca, względnie dla studującego nauki przyrodnicze. Dla szerokiego ogółu natomiast są to nie mówiące zestawienia pewnej liczby okazów, zrozumiałe dla niefachowców tylko przy szczegółowych objaśnieniach, których udzielanie nie zawsze jest możliwe. Wogóle sprawa objaśnień jest nie tak łatwa do rozwiązania, jakby się zdawało. Są zwolennicy objaśnień ustnych, udzielanych przez dobrze wyszkolony personel muzeów, są także tacy, którzy uważają, że dobre katalogi wystarczają, a jeszcze są i tacy, którzy chcą to rozwiązać zapomocą napisów, umieszczanych przy okazach. Ustne objaśnienia mają wielką wartość jako żywe słowo. Jednak to przebrzmi, a nieraz trzeba komuś długo i bardzo szczegółowo nawet parę razy powtórzyć daną kwestję, aby stała się zrozumiałą. Przytem bardzo często mogłoby się zdarzyć, że funkcje takiego cicerona w muzeum przejmie woźny, niebardzo odpowiedzialny a zarozumiały. A jak takie objaśnienia wyglądają, wiedzą ci, którzy ich słuchali. Lepsze są dobre katalogi. Te dają możliwość indywidualnego obserwowania zbiorów, nie zakłócają spokoju, jak objaśnienia ustne. Jednak byłyby to wydawnictwa kosztowne, nie każdemu ze zwiedzających dostępne. Musiałyby mieć przytem charakter naukowy,

co również czyniłoby je mniej dostępnymi dla niefachowców. Z tych względów uważam, że najlepiej odpowiadałyby celowi dobre, treściwe objaśnienia pisane, umieszczone przy każdym okazie. Naturalnie nie można tu iść zbyt daleko w szczegóły, ale gdy chodzić będzie o grupy biologicznie zestawiane, rzecz ta da się łatwo wykonać. Zbiory systematyczne, które w każdym muzeum być muszą obok biologicznych, będą interesować albo tylko fachowców, albo studujących, albo wreszcie amatorów, czy tych, których ja nazywam przyrodnikami z Bożej łaski. Ci potrafią w zbiorach orjentować się na podstawie tylko gatunkowych nazw okazów. Przytem zbiory systematyczne w muzeach regionalnych nie mogą odgrywać większej roli pod względem popularyzacji wiedzy przyrodniczej i z tego powodu wystawianie ich na widok publiczny nie powinno być nigdy najważniejszą troską kierownictwa muzeum. Główne znaczenie w tym kierunku mają zbiory biologiczne. Celowe ich jednak i odpowiadające zadaniu montowanie jest dość kosztowne, atoli przy dobrej woli kierownictwa i sprycie monterskim preparatora rzecz da się rozwiązać.

Nieco odrębną dziedziną działalności popularyzatorskiej muzeów regionalnych, jest uzupełnianie wiadomości, jakie młodzież zyskuje w szkołach. Jak już wyżej nadmieniałem, muzea przyrodnicze regionalne powinny stanowić pewnego rodzaju pomoc naukową dla szkół ogólnie kształcących. Nie chodzi w tym wypadku o to, aby młodzież w takich muzeach uczyła się systematyki przyrodniczej i poznawała jak największą liczbę gatunków. Chybałoby to celu nauczania przyrody w szkołach. Chodzi przede wszystkim o uzupełnienie wiadomości i ich uogólnianie, co można uzyskiwać w czasie zwiedzania muzeum przez objaśnienia dawane przez nauczycieli. Z tego też względu najważniejsze dla młodzieży szkolnej będą zbiory biologiczne, względnie mające charakter ogólny, obrazujące pewne grupy stosunków przyrodniczych danego regionu. Dlatego też najwięcej troski należy poświęcić na zestawianie takich właśnie obrazowych okazów czy grup. Naturalnie nie można wymagać, aby młodzież z każdej szkoły zwiedzała często muzeum, jednak przynajmniej raz w roku odbyć się to powinno, chyba że warunki komunikacyjne stanowczo odbycie wycieczki wykluczają. Przez utrzymywanie ścisłej łączności ze szkołami, a tem samem

i z nauczycielstwem muzeum może łatwiej dojść do zbiorów, zyskując stałych przyjaciół współpracowników. Trzeba tutaj jednak na jedną rzecz zwrócić uwagę. Oto mogłoby się zdarzać, że zbyt zapalona młodzież w gorliwości wzbogacenia swego muzeum posunęłaby się do dewastowania przyrody. Tutaj nauczycielstwo musi bacznie zważać, aby to nie nastąpiło, powinno przyjąć na swe barki obowiązek strzeżenia tego nieocenionego dobra, jakim jest przyroda każdego kraju. Spodziewam się, że wobec coraz głębszego zakorzeniania się wśród nauczycielstwa poszanowania przyrody, gromadzenie okazów dla regionalnych muzeów nie przybierze formy dewastacji.

Trzecim i bardzo ważnym postulatem, jakie mają regionalne muzea przyrodnicze do spełnienia, to postulat ochrony przyrody, Każde takie muzeum powinno mieć dział ochrony przyrody, bo tylko w ten sposób może oddać tej idei olbrzymie usługi. A do zrobienia jest jeszcze u nas na tem polu tak wiele, że działalność Państwowej Rady Ochrony Przyrody i Ligi Ochrony Przyrody nie może wystarczyć. Tu trzeba współpracy jak największej liczby ludzi dobrej woli, a tych można pozyskać przy pomocy muzeów regionalnych i skupić ich około tych instytucyj. Chodzi o to przedewszystkiem, aby dział ochrony przyrody w muzeach regionalnych był należycie urządzony i zorganizowany. Naturalnie, że nie mogą być w muzeach gromadzone zabytki przyrody, ani przedmioty godne ochrony. Takie postawienie sprawy byłoby zaprzeczeniem idei ochrony przyrody, oddawałoby jej niedźwiedzią przysługę. Muzea regionalne powinny być przedewszystkiem czynne w wyszukiwaniu zabytków przyrody, ich inwentaryzowaniu, tudzież powinny być lokalnym czynnikiem opiekuńczym. Jako instytucje, działające na niedużym stosunkowo terenie, muzea regionalne mogą z łatwością docierać do najdalszych zakątków, nieraz przyrodniczo niezmiernie ciekawych i obfitujących w objekty godne ochrony. I tu właśnie nauczycielstwo, utrzymujące stały kontakt z muzeami, tudzież młodzież szkolna dostarczałyby kierownictwu muzeum wiadomości w tym kierunku, które w dalszym ciągu zawiadamiałyby Państwową Radę Ochrony Przyrody. Ta bez wątpienia udzielałaby swego poparcia czynnikom miejscowym i cała praca posuwałaby się rażno naprzód. Zresztą nie tylko szkoły byłyby czynne w tym kierunku, lecz także

zarządy lasów państwowych i prywatnych, właściciele majątków ziemskich i wód. Nie jest wykluczone, że właśnie muzea regionalne stałyby się w przyszłości oficjalnymi delegaturami Państwowej Rady Ochrony Przyrody, co moim zdaniem całość pracy na tem polu znakomicieby ułatwiło.

Jak więc powinien wyglądać dział ochrony przyrody w przyrodniczym muzeum regionalnym? Wobec tego, że wykluczone jest gromadzenie okazów zasługujących na ochronę i zabytków przyrody, muzeum musi ograniczyć się do zbierania zdjęć fotograficznych, dobrych rysunków i modeli. Na pomieszczenie tych rzeczy nie trzeba by osobnych sal, bo racjonalnie rozmieszczone na ścianach, lub w wolnych miejscach na salach cel swój osiągną, a równocześnie podniosą stronę estetyczną muzeum. Zarówno zdjęcia fotograficzne jak i ryciny możnaby zyskiwać drogą darowizny albo przyjmować jako depozyty, szczególnie jeśli chodzi o wartościowe oryginalne malowidła. W dziale tym regionalne muzea nie mogą jednak ograniczać się wyłącznie do swego regionu. Owszem uważam za bardzo pożądane, aby dokładano starań w kierunku zdobycia ilustracji z całego obszaru Państwa. W ten sposób idea ochrony przyrody byłaby znakomicie propagowaną i łatwo przesiąkałaby w najszersze warstwy społeczeństwa. Nie uważam za zbyt cenne gromadzenie w naszych muzeach regionalnych ilustracji, odnoszących się do ochrony przyrody za granicą. Uważam, że byłoby to czynnikiem znakomicie podniecającym szlachetną ambicję zwiedzających w kierunku wyszukiwania w swej okolicy jak największej liczby zabytków przyrody i przedmiotów godnych ochrony. Zwłaszcza wśród młodzieży szkolnej propaganda tego rodzaju byłaby bardzo pożądaną i śmiem wierzyć — bardzo skuteczną. Kto wie, czy nie byłoby pożądaną, aby regionalne muzea przyrodnicze urządzały co roku rodzaj konkursów wśród młodzieży, szczególnie szkół średnich, dla wyszukiwania zabytków i obiektów godnych ochrony, a przypuszczam również, że Państwowa Rada Ochrony Przyrody udzielałaby swego cennego poparcia tego rodzaju przedsięwzięciom. Jak widzimy pole do pracy dla muzeów przyrodniczych regionalnych jest bardzo wielkie i bardzo wielkie mogą być zasługi.

To byłyby w krótkości przedstawione najważniejsze zadania i cele, jakie mają do spełnienia regionalne muzea przyrodnicze.

Z doniosłości tych zadań wynika jasno znaczenie tego rodzaju muzeów dla ogólnej narodowej kultury. Jeżeli przyjmiemy za słuszne zdanie, że nic tak nie utrwała miłości ojczyzny, jak możliwie dokładne poznanie jej dziejów i obecnego stanu, to nie można zaprzeczyć, że poznanie ojczyzny nie jest gruntowne, jeśli się nie zna jej przyrody. Wszak wśród tej przyrody każdy obywatel wzrasta, nawet wtedy, kiedy jako dziecko miasta styka się z nią niewiele. Jednak zawsze w każdej duszy tkwi pęd i naturalny pociąg do poznawania przyrody ojczystej. I wyzyskanie racjonalne tego pociągu, w duszach młodej gębie głęboko zakorzenionej, w celach obywatelskiego wychowania, znajdzie wielkie ułatwienie w muzeach przyrodniczych regionalnych. W tem też tkwi uzasadnienie racji bytu tych muzeów, względnie uzasadnienie potrzeby ich tworzenia.

Nie można na regionalne muzea przyrodnicze patrzeć jako na przedmioty zbytku. Mógłby bowiem ktoś powiedzieć, że brak u nas funduszy na pilniejsze potrzeby, aniżeli muzea przyrodnicze. Jednak jeśli chodzi o ogólny dorobek kulturalny jakiegos narodu, czy państwa, wówczas napewno znajdują się ofiarni ludzie, dający swą pracę, wiedzę i materialne dobro na ufundowanie instytucji, któraby tej kultury była wyrazem i ostoją.

W końcu chodzi o rozpatrzenie kwestji, skąd wziąć w Polsce ludzi, którzyby mogli zająć się obsługiwaniem omawianych muzeów. Wyszkolonych muzeologów przyrodników mamy obecnie bardzo niewielu i ci zajęci są w już istniejących muzeach przyrodniczych. Uważam jednak ten problem za rozwiązalny i to nietrudny do rozwiązania. Wszak niemal w każdym powiatowem mieście jest średnia szkoła, posiadająca przyrodnika nauczyciela, a także w wielu powszechnych szkołach są już obecnie nauczyciele, którzy przeszli studia przyrodnicze na wyższych kursach nauczycielskich. Z zastępu tych ludzi wielu przystąpiłoby napewno do pracy nad tworzeniem regionalnych muzeów przyrodniczych. Jedni pracę ofiarowaliby dla samej idei, inni aby zdobyć piękny warsztat pracy naukowej, jeszcze innych zmusiłby do tego brak własnych zbiorów w szkole, tak potrzebnych przy nauczaniu przyrody. A nie wątpię, że byłiby i tacy, którzy nie będąc nauczycielami a przyrodą się interesując i do społecznej pracy mając wrodzony popęd,

nie oszczędziliby zabiegów i czasu, którego nieraz na prowincji jest aż nadto, nieraz tyle, że niewiadomo, co z nim zrobić. Inna rzecz, to służba pomocnicza, niezbędna w każdym muzeum, a tem więcej w przyrodniczym, którego zbiory wymagają ciągłej pieczy i umiejętnej opieki. Wierzę jednak, że ta rzecz dałaby się pomyślnie załatwić, czyto przy pomocy samorządów, czy też dyrekcji szkół, zwłaszcza większych, gdzie jest paru czasem woźnych, z których ten lub ów za niedużem wynagrodzeniem czynności dozorca muzeum przyjąłby chętnie. Że rzecz ta istotnie da się pomyślnie załatwić, mamy przykłady w Muzeum Tatrzańskim w Zakopanem, a także w Miejskim Muzeum Przyrodniczym w Grodnie. To drugie utrzymywane jest wprawdzie przez miasto, jednak za szczupłe posiada środki, aby mogło okazy kupować i dostateczny personel utrzymać. Stoi i rozwija się pomyślnie głównie dzięki zabiegom i ofiarności prywatnych osób, które chętnie zdobyte przez siebie okazy oddają na użytek publiczny. Zdobycie wiadomości, potrzebnych do prowadzenia muzeum nie jest znowu tak trudne, aby ich nie można przy dobrej woli uzyskać, czy to przez przestudjowanie odpowiedniej literatury, czy też przez zwiedzenie już istniejących muzeów polskich. A wiem, że każdy, kto wiadomości takie już posiada chętnie udzieli rad i wskazówek pragnącym na tem polu pracować. Obecnie więc nie brak ludzi jest główną trudnością w tworzeniu regionalnych muzeów przyrodniczych, lecz brak odpowiedniego pomieszczenia i z tym szkopułem wypada się przedewszystkiem liczyć. Lepiej bowiem do zakładania muzeum nie przystępować, aniżeli zgromadziwszy pewną liczbę nieraz cennych okazów, nie mieć ich gdzie pomieścić.

Jakież zatem wnioski końcowe można wysnuć w sprawie regionalnych muzeów przyrodniczych w Polsce? Z tego, co powiedziałem, wynika:

1. Potrzeba regionalnych muzeów przyrodniczych jest istotnie wielka, ponieważ one przez gromadzenie okazów przyrody żywej i martwej pchną znacznie naprzód badania fizjograficzne ziem polskich.

2. Znaczenie ich polega na skupianiu ludzi albo już na polu fizjografii pracujących, albo pragnących tej pracy się po-

święcić, wskutek czego praca fizjograficzna uległaby decentralizacji, nie cierpiąc nic na wymaganej ścisłości badań.

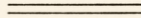
3. Liczne prywatne zbiory staną się dzięki tym muzeom przystępne dla nauki polskiej, a nierzadko mogą być uratowane przed zniszczeniem lub wywiezieniem za granicę.

4. Muzea te staną się ważnymi pomocami dla szkół przy nauczaniu przyrody, dając ogólny pogląd na przyrodę poszczególnych regionów.

5. W akcji ochrony przyrody i jej zabytków muzea regionalne będą niezmiernie ważnym czynnikiem i dlatego przy nich z czasem mogą powstać delegatury Państwowej Rady Ochrony Przyrody.

6. Powstawać mogą te muzea na razie tylko tam, gdzie znajdzie się odpowiednie pomieszczenie i gdzie znajdą się ludzie, chcący bezinteresownie poświęcić im czas i pracę.

7. Regionalne muzea przyrodnicze trzeba uznać za bardzo ważny czynnik ogólnego kulturalnego dorobku Polski.



Sprawy Towarzystwa

Protokół

z II. posiedzenia Zarządu Głównego Polskiego T-wa Przyrodników
im. Kopernika, odbytego dnia 23 listopada 1929 we Lwowie

Obecni: Czekanowski, Grochmalicki, Hirschler, Jakubski, Kamieński, Kulczyński, Pazdro, Rogala, Stroński, Szafer, Szymkiewicz, Tokarski, Wyspiański, Zakrzewski.

Swą nieobecność usprawiedliwili: Gębik, Kulmatycki, Loth, Mydlarski, Nowicki, Reicher, Romer, Smreczyński.

Przewodniczy — Prezes prof. J. Tokarski.

Protokołuje — Sekretarz dr. M. Kamieński.

1. Przyjęto do wiadomości protokół z ostatniego posiedzenia Zarządu Głównego.

2. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Prezesa prof. Tokarskiego, przyczem:

a) uchwalono przyjąć dar Banku Gospodarstwa Krajowego i Fundacji Hr. Skarbka w postaci 4% zysków netto, mogących przypaść z uprawnień wyłączności górniczych w pow. Kosowskim a ofiarowanych przez prof. Tokarskiego.

b) uchwalono zatwierdzić decyzję prezydium w sprawie nominacji prof. Szymkiewicza na delegata do Komitetu nagrody przyrodniczej im. Dybowskiego we Lwowie.

c) na wniosek prof. Szymkiewicza uchwalono w przyszłości pewną ilość wydawnictwa „Kosmos B“ i „Wszechświat“ przysyłać Oddziałom dla celów propagandy w zjednywaniu członków.

d) na wniosek prof. Jakubskiego uchwalono prosić Prezydium T-wa o wypracowanie wskazówek administracyjnych, które następnie zostaną przysłane do wiadomości Oddziałom.

e) w związku z likwidacją komitetu Staruńskiego przy T-wie im. Kopernika uchwalono na wniosek prof. Zakrzewskiego wyrazić członkom tego komitetu absolutorjum i podziękowanie za całą jego działalność.

f) w związku z pismem Zarządu Towarzystwa Botanicznego w sprawie kontrowersji naukowej między dwoma członkami T-wa uchwalono prosić Prezesa o wdrożenie postępowania polubownego według paragrafu 36 naszych ustaw.

g) w związku ze sprawozdaniem Prezesa z delegacji na XIII Zjazd lekarzy i przyrodników polskich w Wilnie uchwalono zwrócić się do Prezesa stałej delegacji Zjazdu o wyjaśnienie w sprawie udziału i reprezentacji Tow. im. Kopernika w tego rodzaju zjazdach.

3. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Skarbnika T-wa i Redaktora „Kosmosu Serja A“, prof. Zakrzewskiego, przyczem:

a) na wniosek prof. Jakubskiego uchwalono celem podniesienia dochodowości T-wa zebrać od Oddziałów sprawozdania szczegółowe ze sposobu wydatkowania sum na wydatki administracyjne, a następnie opracować wzór administracji możliwie ekonomicznej i racjonalnej.

b) na wniosek prof. Jakubskiego uchwalono z okazji wysyłek wydawnictw dołączać czeki P. K. O.

c) na wniosek prof. Hirschlera uchwalono zremontować budynki Stacji Biologicznej w Drozdowicach.

d) na wniosek prof. Rogali i Szafera uchwalono wydrukować rękopisy znajdujące się w tece redaktorskiej jako część pierwszą II tomu jubileuszowego „Kosmosu“.

e) na wniosek prof. Zakrzewskiego uchwalono II tom jubileuszowy wydrukować w wielkości nakładu tomu pierwszego.

f) na wniosek prof. Tokarskiego uchwalono obecnie drukującym się zeszytem „Kosmosu Serja A“ zamknąć rok administracyjny 1929.

4. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Redaktora „Kosmosu Serja B“ prof. Szymkiewicza, przyczem:

a) ze względu na konieczność wydawania czasopisma „Wszczęświat“ uchwalono na wniosek referenta ograniczyć „Kosmos B“ w r. 1930 do 20 arkuszy druku.

b) upoważniono prof. Szafera do poinformowania się na Śląsku w sprawie finansowych możliwości wydawania pod firmą naszego T-wa popularnego czasopisma „Przyrodnik“.

5. przyjęte do wiadomości sprawozdanie Administratora „Kosmosu Serja A“ prof. Strońskiego.

6. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Bibliotekarza dr. Pazdry, przyczem:

a) uchwalono upoważnić prezesa T-wa do rozpoczęcia pertraktacji z Politechniką Lwowską w sprawie ewentualnego pomieszczenia naszego księgozbioru w nowo budującej się Bibliotece politechnicznej.

7. Sprawa programu nauczania przyrody w szkołach średnich.

a) po referatach prof. Smreczyńskiego, Strońskiego i Wyspiańskiego uchwalono na wniosek prof. Tokarskiego podjąć próbę stworzenia własnego programu nauk przyrodniczych w szkole średniej. Do jego opracowania uchwalono postarać się o zjednanie wszyst-

kich kompetentnych sił w Państwie (zarówno jednostek, jakoteż zrzeszeń). Wszędzie w tym kierunku akcję polecono Prezydium T-wa.

8. Sprawa czasopism „Wszechświat“ i „Przyroda i Technika“.

a) na wniosek prof. Zakrzewskiego uchwalono w r. 1930 dawać członkom T-wa w formie deputatu „Wszechświat“ i „Przyrodę i Technikę“.

b) na wniosek prof. Szymkiewicza uchwalono przekazać do rozstrzygnięcia najbliższemu Walnemu Zgromadzeniu sprawę, które czasopismo popularne („Wszechświat“ czy „Przyroda i Technika“) ma być dawane członkom T-wa w formie deputatu od roku 1931.

9. Wnioski.

a) na wniosek prof. Szymkiewicza uchwalono przekazać do rozstrzygnięcia najbliższemu Walnemu Zgromadzeniu sprawę odbycia Walnego Zgromadzenia w r. 1931 poza Lwowem.

b) na wniosek prof. Jakubskiego uchwalono opublikować akta, odnoszące się do sprawy byłego członka dr. Kudelki, o ile one dotyczyły spraw T-wa, na łamach „Kosmosu“.

c) na wniosek prof. Jakubskiego uchwalono: Wobec faktu, że Państw. Inst. Gosp. Wiejsk. w Bydgoszczy przystępuje obecnie do reorganizacji Morskiego Laboratorium Rybackiego na Helu na placówkę czysto naukową, Zarząd Główny uchwała poprzeć wniosek Uniwersytetu Poznańskiego, złożony w Ministerstwie w sprawie pozyskania Stacji na rzecz uniwersytetów polskich i polskiej nauki.

Protokół

Walnego Zgromadzenia Oddziału Poznańskiego P. T. P. im. Kopernika, odbytego dnia 13 grudnia 1929

W Walnem Zgromadzeniu wzięto udział 30 osób.

Przewodniczący: prof. Wrzosek.

1. Wykład prof. Wodniczki p. t. „Ochrona roślin w Polsce“. Po referacie prof. Wodniczko zgłasza rezolucję: „P. T. P. im. Kopernika prosi Zarząd i ciała Ustawodawcze o przyspieszenie wydania ustawy o ochronie przyrody, gdyż dalsze jej odwołanie przynosi poważne szkody nauce i kulturze polskiej“.

Rezolucję przyjęto jednogłośnie.

2. Komunikat doc. Kuleszy: „Kazimierz Piotrowski mało znany badacz jeżyn polskich“.

3. *Sprawozdanie Przewodniczącego*: Posiedzeń naukowych odbyło się 11, t. j. o 2 mniej aniżeli w roku ubiegłym, ponieważ w roku bieżącym z powodu Powszechnej Wystawy Krajowej rok szkolny był znacznie skrócony. Na posiedzeniach naukowych wygłoszono 17 odczytów i komunikatów. Posiedzeń Zarządu było 7. Na II. posiedzeniu Zarządu dnia 5 lutego uchwalono przestać Zarządowi Głównemu dezyderat, aby

członkiem Zarządu Głównego mógł być tylko członek Zarządu Oddziału. Z innych rzeczy poruszonych na posiedzeniach Zarządu Oddziału wymienić należy odczytanie w dniu 19 marca przez prof. Schechtle memorjału w sprawie utworzenia placówki ornitologicznej. Zarząd uchwalił wystać ten memorjał do Państwowej Rady Ochrony Przyrody, do Ministerstwa W. R. i O. P. oraz do Zarządu Gł. T-wa im. Kopernika.

W roku sprawozdawczym ubyło 4 członków (dwóch zmarło, dwóch wystąpiło), natomiast przybyło 33, z nowo przybyłych członków jest 11 lekarzy, 12 różnych instytucyj (przeważnie szkoły) i 10 osób, należących głównie do stanu nauczycielskiego. Obecnie Oddział Poznański liczy 160 członków. W pogrzebie zmarłych członków ś. p. prof. dr. Antoniego Korczyńskiego i ś. p. prof. dr. Bolesława Namysłowskiego Oddział Poznański brał udział przez swych delegatów. Nadto Oddział nasz wspólnie z Uniwersytetem Poznańskim, Towarzystwem Przyjaciół Nauk i Oddz. Poznańskim T-wa Biologicznego urządził uroczystą Akademię w auli Uniwersytetu w celu uczczenia pamięci członka Zarządu, a zarazem byłego przewodniczącego Zarządu Oddziału, ś. p. prof. Namysłowskiego. Na Akademii tej, która się odbyła 8 grudnia r. b., przemawiał w imieniu Oddziału Poznańskiego jego Przewodniczący.

4. *Sprawozdanie Sekretarza*: Średnia frekwencja na posiedzeniach naukowych wynosiła 33 osób, (największa ilość 64, najmniejsza 22).

Na posiedzeniach naukowych wygłoszono 17 referatów, a mianowicie:

8 stycznia — 1. Dr. Kirzek Leon: „Chemiczna budowa skrobi w świetle ostatnich badań“.

22 stycznia — 2. Dr. Rzóska Juljan: „Limnologia, główne jej zagadnienia doby obecnej“.

5 lutego — 3. Prof. dr. Wrzosek Adam: „Metoda antropologiczna badania grobów ciałałpalnych“. — Prof. dr. Szechtel Edward: „Bóbr w Polsce“ (z przeźrociami).

26 lutego — 4. Prof. dr. Denizot Alfred: „O oświetleniu“ (z demonstracjami lamp). — Prof. dr. Paszewski Adam: „O nowym sposobie obliczania wieku bezwzględnego okresów międzylodowcowych i polodowcowych“.

12 marca — 5. Prof. dr. Denizot Alfred: „O figurach Lissajous'a“. — Prof. dr. Padlewski: „O drobnoustrojach ultramikroskopowych“.

19 marca — 6. Prof. dr. Wodniczko: „Dział ochrony przyrody na P. W. K. w Poznaniu“.

16 kwietnia — 7. Prof. dr. St. Łaguna: „Znaczenie grup krwi w naukach lekarskich oraz ich zastosowaniu w praktyce“. — Prof. inż. Rafalski: „Pokaz kilku ciekawych gatunków drzewa oraz kilka uwag o najnowszych metodach badania drewna“.

30 kwietnia — 8. Redaktor Pankiewicz: „Widoki osadnictwa w Peru“

29 października — 9. Prof. dr. Denizot Alfred: „Demonstracja przyrządu polaryzacyjnego“. — Prof. dr. Padlewski: „Znaczenie szczepień ochronnych przeciwgruźliczych“.

3 grudnia — 10. Prof. dr. Schramm: „Wpływ mrozów na szatę leśną podgórza“.

13 grudnia — 11. Prof. dr. Woźniczko: „Ochrona roślin w Polsce“, Doc. dr. Kulesza; „Kazimierz Piotrowski, mało znany badacz jeżyn polskich“.

5. Sprawozdanie kasowe za r. 1929.

Dochód:

1. Wkładki członków	2.860— zł.
2. Odsetki z P. K. O.	277 „
3. Subwencja z fundacji „Nauka i Praca“ na pokrycie nadzwyczajnych wydatków Zarządu	200— „
Suma	<u>3.062.77 zł.</u>

Rozchód:

I. Kasa Główna.

1. Wpłata czekiem	750.80 zł.	
2. Wpłata przekazem	1.704.75 „	
3. Przeliczono	145— „	2.600.55 zł.

II. Wydatki biurowe Zarządu.

1. Sekretarza	199.83 zł.	
2. Skarbnika	13.67 „	
3. Bibliotekarza	43.70 „	257.22 „

III. Wydatki nadzwyczajne.

1. Za inkasowanie składek	80— zł.	
2. Za czyszczenie sali	30— „	
3. Za pomoc przy wyświetlaniu	30— „	
4. Za pošyłki	15— „	
5. Za wieniec	50.— „	205.— „
Suma		<u>3.062.77 zł.</u>

6. Wniosek Komisji Rewizyjnej przyjęto do wiadomości i udzielono Zarządowi absolutorjum.

7. Wybór Zarządu, Komisji Rewizyjnej i delegatów na Walne Zgromadzenie T-wa.

Przewodniczący: Prof. dr. Padlewski, Zastępca: Prof. dr. Wrzosek, Członkowie Zarządu: Denizot, Gałeczki, Jakubski, Kniat, Kulesza, Pawłowski, Pafalski, Schechtel, Szulczewski, Paszewski.

Do Komisji Rewizyjnej wybrano: prof. Chrzęszcza, Smoluchowskiego. Delegatami na Walne Zgromadzenie T-wa wybrano: dr. A. Dudryka. i dr. J. Łomnickiego.

P r o t o k ó ł

z posiedzenia administracyjnego Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika z dnia 24 stycznia 1930

Przewodniczący Oddziału: prof. Jan Dębowski, otwiera posiedzenie o godz. 20 min. 30 w drugim terminie i proponuje uczcić przez powstanie pamięć zmarłego członka T-wa im. Kopernika, ś. p. prof. K o t o w s k i e g o. Zebrani powstają. Następnie przewodniczący proponuje na przewodniczącego posiedzenia Administracyjnego prof. T. W o y n o, który zostaje wybrany przez aklamację.

Na sekretarza posiedzenia administracyjnego zostaje powołany dr. Z y g m u n t K r a c z k i e w i c z.

1. Sekretarz odczytuje protokół z poprzedniego posiedzenia administracyjnego z dnia 13 lutego 1929 r. Protokół przyjęto.

2. Sekretarz odczytuje sprawozdanie Sekretarza Zarządu za r. 1929
a) w skład Zarządu Oddziału Warszawskiego wchodzili:

Przewodniczący: Prof. dr. Jan Dembowski.

Zastępca przewodniczącego: Doc. dr. Jan Mydlarski.

Sekretarz: Dr. Zygmunt Kraczkiewicz.

Skarbnik: Dyr. inż. Edward Korb.

Członkowie Zarządu: Prof. K. Janicki, prof. J. Rostafiński, prof. L. Wertenstein, dr. P. Słonimski; od 14 marca 1929 r. doc. dr. A. Dorabialska; od 19 czerwca 1929 r. prof. Huber; od 25 października 1929 r. dr. Ławrynowicz.

Komisja Rewizyjna: Prof. W. Lampe, prof. J. Sosnowski, prof. Z. Wóycicki.

b) Zarząd Oddziału Warszawskiego przyjął w okresie sprawozdawczym 77 nowych członków. Ubyło 3-ch członków. Obecnie Oddział Warszawski liczy 268 członków.

c) W okresie sprawozdawczym odbyło się 6 posiedzeń naukowych, na których zostały wygłoszone następujące referaty:

Dnia 14 marca 1929 r. Prof. dr. Jan Sosnowski: „Współczesny stan badań nad istotą przewodnictwa nerwowego“.

Dnia 25 kwietnia 1929 r. Prof. Dr. Stefan Pieńkowski: „Rola elektronów w promieniowaniu materji“.

Dnia 17 maja 1929 r. Prof. dr. Jan Dembowski: „Teorja i fakty promieniowania mitogenetycznego“.

Tegoż dnia, po odczycie, wyświetlono film, ilustrujący pracę przy badaniach histologicznych.

Dnia 25 października 1929 r. Prof. dr. Ludwik Wertenstein: „Hipoteza fizyczna dawniej a dziś“.

Dnia 21 listopada 1929 r. Prof. dr. Zygmunt Szymanowski: „Współczesne poglądy na polimorfizm bakterji“.

Dnia 13 grudnia 1929 r. Prof. dr. Jan Lewiński: „Wrażenia przyrodnika z podróży do Afryki Południowej“.

Dnia 24 stycznia 1930 r. Prof. dr. M. Centnerszwer: „Uniwersytet Ryski w historii chemii fizycznej“.

Przeciętna frekwencja na odczytach — 75 osób.

Prócz tego Zarząd zorganizował 5 wycieczek, mających na celu pokaz pracy laboratoryjnej:

Dnia 13 maja 1929 r. do Zakładu Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Dnia 19 maja 1929 r. do Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego.

Dnia 23 maja 1929 r. do Pracowni Radjologicznej T-wa Naukowego Warszawskiego.

Dnia 27 maja 1929 r. do Zakładu Histologii Uniwersytetu Warszaw.

Dnia 3 czerwca 1929 r. do Zakładu Chemii Fizycznej Politechniki Warszawskiej.

d) W ciągu roku sprawodawczego Zarząd odbył 8 posiedzeń.

Zarząd Oddziału podjął sprawę ponownego uruchomienia „Wszechświata“. Pismo to będzie wydawane przez T-wo Kopernika jako jeden z jego organów, mający na celu popularyzację wiedzy oraz informowanie szerszych kół, interesujących się naukami przyrodniczymi, o obecnym stanie różnych gałęzi tych nauk.

„Wszechświat“ będzie wychodził pod redakcją prof. dr. Jana Dembowskiego przy współudziale prof. dr. Ludwika Wertsteina.

Zarząd Oddziału po rozważeniu uchwały Walnego Zebrania o utworzeniu, o ile fundusze na to pozwolą, nagrody im. Oddziału Warszawskiego postanowił projekt ten na razie odłożyć ze względu na potrzeby finansowe, związane z propagandą (drukowanie druczków, afiszów, odezwy i t. p.

Sprawozdanie przyjęto.

3. Redaktor „Wszechświata“, prof. Jan Dembowski składa sprawozdanie z działalności, rozwija i uzasadnia plan dalszego działania.

Sprawozdanie redaktora „Wszechświata“ zostaje przyjęte oklaskami.

4. Skarbnik dyr. inż. E. Korb odczytuje sprawozdanie kasowe za rok 1929.

Przychód:

1. Pozostałość kasowa z roku ubiegłego	596·21 zł.
2. Składki członkowskie za rok 1929	3.400— „
3. Inne wpływy (ofiary, zapomogi, $\frac{0}{10}$, $\frac{0}{10}$ i t. p.)	202·63 „
Razem	5.198·84 zł.

Rozchód:

1. Odesłano do Kzsy Zarządu Głównego	2.550— zł.
2. Wydatki administracyjne	1.462·25 „
3. Saldo na dzień 1 stycznia 1930 r.	186·59 „
Razem	4.198·84 zł.

Sprawozdanie przyjęto.

*

5. Prof. Jan Sosnowski odczytuje protokół Komisji Rewizyjnej i wnosi w imieniu Komisji o udzielenie absolutorjum ustępującemu Zarządowi.

Zebrani udzielają absolutorjum.

6. W sprawie wydawnictw Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika zabiera głos Prof. Jan Dembowski, wskazując na nierównomierny podział funduszków między poszczególne wydawnictwa Towarzystwa i proponuje uchwalenie następującego wniosku:

Oddział Warszawski Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika wzywa Zarząd Główny do bardziej równomiernego traktowania poszczególnych wydawnictw Towarzystwa w granicach budżetu.

Po dyskusji wniosek zostaje jednogłośnie przyjęty.

7. Na wniosek prof. Z. Szymanowskiego zebrani uchwalają przez aklamację pozostanie poprzedniego Zarządu na rok następny.

Skład więc Zarządu na rok 1930 jest następujący:

Przewodniczący: Prof. dr. Jan Dembowski.

Zastępca przewodniczącego: Doc. dr. Jan Mydlarski.

Sekretarz: Dr. Zygmunt Kraczkiewicz.

Skarbnik: Dyr. inż. Edward Korb.

Członkowie Zarządu: Prof. dr. K. Janicki, prof. dr. Rostański, prof. dr. L. Wertenstein, prof. M. Huber, doc. dr. A. Dorabialska, doc. dr. A. Ławrynowicz.

8. Do Komisji Rewizyjnej zostają przez aklamację wybrani ponownie ci sami członkowie: prof. W. Lampe, prof. J. Sosnowski, prof. Z. Wóycicki.

9. Jako delegaci na Walne Zebranie Towarzystwa we Lwowie zostają wybrani przez aklamację: prof. J. Sosnowski, prof. M. Konopacki, prof. L. Wertenstein, prof. J. Lewiński.

Następnie przewodniczący udziela głosu prof. M. Centnerszwerowi, który wygłasza odczyt pod tytułem: „Uniwersytet Ryski w dziejach chemii fizycznej“.

Posiedzenie zamknięto o godz. 22 min. 20.

Protokół

walnego zgromadzenia Wileńskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa
Przyrodników im. Kopernika z dn. 25 stycznia 1930 r.

Lokal: Zakład Anatomji Opisowej U. S. B. (ul. Słowackiego 15).
Zebranie rozpoczęto o godz. 19 m. 30.

Przewodniczący: prof. dr. J. Muszyński.

Sekretarz: dr. W. Syłwanowicz.

Obecni p. p.: docent dr. Czarniecki, prof. dr. Wł. Dziewulski, prof. dr. Jantzen, prof. dr. Prüffer, dr. Racięcka, prof. dr. Radziszewski, prof. dr. Reicher, A. Rojacki, Wład. Sokołowski, prof. dr. J. Trzebiński, prof. dr. P. Wiśniewski.

Porządek dzienny:

1. Referat prof. dr. Edwarda Lotha p. t. „O anatomji porównawczej i antropologii zewnętrznych organów płciowych człowieka“.
2. Sprawozdanie Przewodniczącego.
3. Sprawozdanie Sekretarza.
4. Sprawozdanie Skarbnika.
5. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
6. Wybory Zarządu i Komisji Rewizyjnej.
7. Wnioski.

Ad p. 1. Prof. Edward Loth przy wypełnionej sali wygłosił referat p. t. „O anatomji porównawczej i antropologii zewnętrznych organów płciowych człowieka“.

Ad p. 2. *Sprawozdanie Przewodniczącego* ustępującego Zarządu prof. dr. Michała Reichera:

W roku sprawozdawczym praca Oddziału Wileńskiego rozwijała się normalnie. Ze sprawozdania Sekretarza dowiemy się dokładnie o jej przebiegu. Zaznaczyć tylko pragnę, że pomijając okresy wakacyjny i świąteczne, posiedzenie naukowe Towarzystwa odbywały się prawie co miesiąc.

Ilość wygłoszonych odczytów i referatów wynosiła mniej więcej tyleż co w roku poprzednim. Jedno posiedzenie odbyło się wspólnie z Tow. Anatomiczno-Zoologicznem.

Ilość obecna na posiedzeniach była bardzo różna, wahając się od 25 do 180, średnio więc przypada 72 obecnych na posiedzeniu.

Ze smutkiem należy stwierdzić, że w liczbach tych przeważają goście (studenci), natomiast ilość obecnych członków była stale bardzo ograniczona.

Sprawozdanie zostaje przyjęte do wiadomości.

Ad p. 3. *Sprawozdanie Sekretarza* ustępującego Zarządu, docenta dr. E. Czarneckiego:

Oddział Wileński Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika na początku ubiegłego roku liczył 51 członków. W ciągu roku przybyło 12 nowych członków, a mianowicie: 1. dr. Szeligowski Stanisław, 2. dr. Mahrburg Stanisław, 3. dr. Rudziński Cezary, 4. dr. Kabcznik Markus, 5. Ognieko Zw. Polsk. Naucz. Szk. Powsz. w Houdiczkach, 6. Balicki Władysław, 7. dr. Brenberg J., 8. Didyk A., 9. dr. Korwin-Gronkowski Konstanty, 10. mjr. H. Kowalewski, 11. Kruszyński J., 12. inż. Kurczyn St.

Ubyło 9 członków, tak że spis wykazuje obecnie 54 członków.

W ciągu roku odbyło się 6 zebrań Zarządu i 5 posiedzeń naukowych, na których wygłoszono następujące odczyty:

1. Prof. dr. J. Prüffer: „Z zagadnień zoopsychologii“. Obecnych 75 osób.
2. Prof. dr. K. Jantzen: „Statystyka i fizyka mrozów“. Obecnych 95 osób.
3. Doc. dr. A. Safarewicz: „Higjena zawodowa i psycho-technika“. Obecnych 45 osób.

4. Doc. dr. S. Bagiński: „Z histologii lipidów układu między-nerkowego zwierząt kręgowych“. Obecnych 25 osób.

5. Dr. M. Racięcka: „Przyczynek do znajomości unerwienia skrzydeł u chrząstki“. Obecnych 25 osób.

6. Prof. Dr. W. Łastowski: „Wartość spostrzeżeń fenologicznych w związku z lokalnymi warunkami klimatycznymi i wegetacyjnymi“. Obecnych 35 osób.

7. Prof. Dr. E. Loth: „O antropologii i anatomii porównawczej zewnętrznych organów płciowych człowieka“.

Odczyty, urozmaicone licznymi wykresami i tablicami, wywołały ożywioną dyskusję.

Zarząd przyjmuje sprawozdanie Sekretarjatu do wiadomości.

Ad p. 4. *Sprawozdanie kasowe* składa prof. dr. Jantzen:

Kasa w roku 1929:

Przychód	zł. gr.		Rozchód	zł. gr.	
1. Składki kwit. 16-52	335	—	1. Kancelarja	20	80
2. „ przez Kwesturę	619	—	2. Prowizja: Kursor 18:30 zł		
3. Składki wprost do Lwowa	102	—	3. „ Kwestura 20— „	38	30
			4. Sala odczytowa	30	—
			5. Do Lwowa: Przekazem 864 90 zł		
			6. Wprost 102— „	966	90
	1 056	—		1 056	—

Objaśnienia:

Ad 2. Luty	66
Marzec	60
Kwiecień	62
Maj	63
Czerwiec	60
Sierpień	58
Wrzesień	65
Październik	63
Listopad	61
Grudzień	61
Razem	619
Ad 3. Kwiecień	30 52— zł.
Październik	11 50— „
Razem	102 — zł.

Ad 4. Kwiecień . . . 30	9 30 zł.	Ad 5. Styczeń . . . 24	5·20 zł.
Październik . . . 11	1·25 „	Kwiecień . . . 12	2 — „
Październik . . . 14	3— „	Październik . . . 14	6— „
Październik . . . 16	—·50 „	Grudzień . . . 13	5·10 „
Grudzień . . . 20	6·75 „		
Razem . . .	<u>20·50 zł.</u>	Razem . . .	18 30 zł.

Ad 8. Kwiecień . . . 20	176·25 zł.
Maj 19	135— „
Sierpień . . . 7	82·25 „
Październik . . 16	148·50 „
Listopad . . . 27	72— „
Grudzień . . . 14	91·50 „
Grudzień . . . 20	159·40 „

Wprost	874·90 zł.
do Lwowa	102— „
	<u>966·90 zł.</u>

Wtem 75 ⁰ / ₀ od 1056	792— „
Saldo z roku	174·90 „

Członkowie	Czł. zalegający	Wpłac.	Zalega
42 członk. opłaciło po 20 zł.	840— zł.	Godolewski . . .	15 5
Ustąpili	Aleksandrowicz . . . — — „	Kruczkowski . . .	15 5
skreśleni	Bowkiewicz . . . 14— „	Mahrburg	15 5
	Docha — — „	Hoduciszki	2 18
	Gdula — — „	Brenburg	5 15
	Głębokie — — „	Didyk	15 5
	Jawłowski 4— „	Gronkowski	6 15
	Lukin — — „	Kowalewski	5 15
	Pacuk — — „	Kruszyński	5 15
	Węgrzyn 10— „	Grybów	— 20
	Wołożyn — — „	Łuczaj	— 20
Razem . . .	<u>868— zł.</u>	Razem . . .	<u>82 138</u>

Wpłynęło:	868— zł.	Z przeniesienia	950— zł.
	82— „	Zaległości 1928	106— „
Do przeniesienia . . .	<u>950— zł.</u>	Razem . . .	<u>1056— zł.</u>

Sprawozdanie zostaje przyjęte do zatwierdzającej wiadomości.

Ad. p. 5. Przewodniczący udziela głosu prof. dr. Wiśniewskiemu, który składa sprawozdanie Komisji Rewizyjnej:

Komisja Rewizyjna po sprawdzeniu ksiąg kasowych dowodów rachunkowych i sprawozdania rocznego, złożonych przez Skarbnika, stwierdza, że dochód Oddziału Wileńskiego w r. 1929 wyniósł 1056 zł. Rozchód, na który składają się wydatki Oddziału na miejscu i sumy przekazane do Centrali, wyniósł również 1056 zł.

Suma dochodów i rozchodów jest zgodna z załączonymi kwitarszami i dowodami rachunkowymi, a zatem rachunki Oddziału znaleziono w zupełnym porządku. Komisja stwierdza ponadto, że ściąganie zalegających składek członkowskich odbywało się w sposób wzorowy. Komisja Rewizyjna uchwała postawić wniosek o udzielenie ustępującemu Zarządowi absolutorjum.

Po sprawozdaniu Komisji Rewizyjnej zostaje przyjęty przez aklamację wniosek o udzielenie absolutorjum ustępującemu Zarządowi i wyrażenie mu podziękowania za pracę.

Ad p. 6. Prof. dr. Wiśniewski proponuje ponowne wybranie dawnego Zarządu in corpore. P. doc. dr. Czarnecki oświadcza, że nie będzie mógł pełnić dalej funkcji Sekretarza i nie godzi się na wystawienie swojej kandydatury.

Podobne oświadczenie składa również prof. dr. Jantzen, były Skarbnik Zarządu.

Wobec tego zostają wysuwani kandydaci na członków Zarządu.

Na listę kandydatów zgłoszono sześciu członków, którzy wszyscy zostali przez aklamację przyjęci.

Zarząd ukonstytuował się, jak następuje: Przewodniczący prof. dr. M. Reicher, Zastępca przewodniczącego prof. dr. Wł. Dzielwulski, Skarbnik p. M. Racięczka, Sekretarz Dr. W. Sylwanowicz, członkowie Zarządu: prof. dr. J. Prüffer, p. Rojecki.

Na członków Komisji Rewizyjnej przez aklamację wybrano prof. dr. Jantzena, prof. dr. Radziszewskiego i p. Hryniewickiego.

Sprawę wyboru delegatów na Walne Zgromadzenie, polecono załatwić Zarządowi Oddziału.

Sprawozdanie

z walnego zgromadzenia Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, które odbyło się dnia 4 lutego 1930 r. w sali wykładowej Zakładu Mineralogicznego U. J. przy ul. Głębokiej 11.

Porządek dzienny:

1. Roczne sprawozdanie Zarządu, obejmujące działalność Krakowskiego Oddziału T-wa za rok 1929.
2. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
3. Dyskusja nad sprawozdaniem Zarządu.
4. Wybór Przewodniczącego i członków Zarządu na rok 1930.
5. Wybór Komisji Rewizyjnej.
6. Przedkładanie wniosków na Walne Zebranie i dyskusja.
7. Wolne wnioski.

1. Sprawozdanie Przewodniczącego.

Początek sprawozdania poświęca Przewodniczący pamięci zmarłych członków, a mianowicie członka Oddziału Krakowskiego dra Feliksa Kotoskiego, prof. Szkoły Gospodarstwa Wiejskiego w Skierniewicach oraz członka honorowego T-wa — prof. Benedykta Dybowskiego, którego stratę boleśnie odczuć musiały wszystkie koła przyrodników w Polsce, a którego działalność naukowa szczegółowo została przedstawiona przed rokiem w kilku referatach na osobnym zebraniu Oddziału Krakowskiego dla uczczenia 95 rocznicy Jego urodzin.

Działalność Oddziału Krakowskiego ilością zebrań naukowych i posiedzeń Zarządu zbliża się do lat poprzednich, przyczem frekwencja zebrań naukowych wzrosła. Z ważniejszych posiedzeń naukowych należy wymienić pokaz fultograficzny wraz z odczytem prof. W. Wilkosza, który cieszył się niezwykle dużą frekwencją (180 osób). Urządzono również wycieczkę do Muzeum Fizjograficznego Pol. Akademii Umiejętności, w której wzięła duża ilość członków Oddziału oraz gości.

Przewodniczący podaje do wiadomości, że wnioski uchwalone przez zeszłoroczne Zebranie Oddziału Krakowskiego zostały przyjęte przez Walne Zebranie Towarzystwa. Na podstawie uchwały pierwszego wniosku zamówiono portrety zasłużonych członków T-wa Przyrodników: profesorów Kreutz a, Kulczyńskiego i Raciborskiego i zdeponowano je w Komisji Fizjograficznej Pol. Akademii Umiejętności. W myśl drugiego wniosku odbyło się specjalne zebranie Oddziału Krakowskiego, poświęcone ochronie przyrody w Polsce, na którym prof. W. Szafer zreferował 10-letnią działalność Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Ponadto Oddział Krakowski przystąpił do Ligi Ochrony Przyrody w Polsce, wpłacając za swych członków wkładki, tak że każdy członek Oddziału Krakowskiego jest zarazem członkiem Ligi Ochrony Przyrody i otrzyma odznakę tej Ligi.

Poruszając sprawę Zwierzyńca w Lesie Wolskim, Przewodniczący podkreśla niezwykle powolne załatwianie spraw z tem związanych przez Magistrat miasta Krakowa. Mimo kilkakrotnych osobistych interwencji Komisja dla spraw Zwierzyńca, wyłoniona przez Oddział Krakowski, nie otrzymała przez szereg miesięcy odpowiedzi na postawione projekty statutu mającego powstać Towarzystwa Przyjaciół Zwierzyńca w Lesie Wolskim. Dopiero na skutek energicznego pisma, które w lipcu zostało przesłane do Prezydenta Miasta, uzyskano zaproszenie na wspólną konferencję celem uzgodnienia projektów statutowych Miasta i Komisji, wyłonionej przez Oddział Krakowski. Ponieważ Komisja dla spraw Zwierzyńca po odbyciu dalszych posiedzeń ostatecznie opracowała projekt statutu, w najważniejszej mierze zgodny z projektem, wysuniętym przez Miasto, należy się spodziewać, że zawiązanie Towarzystwa jak i planowa rozbudowa Zwierzyńca w Lesie Wolskim stanie się kwestją najbliższej przyszłości.

Sprawie stanowiska nauk przyrodniczych w szkołach średnich, tak bolesnej i krzywdzącej ogół przyrodników, Oddział poświęcił spe-

cialne zebranie z odczytem prof. B. D j a k o w s k i e g o. Przewodniczący podniósł, że o tej sprawie Zarząd Główny pamięta i w dalszym ciągu nią się zajmuje, przygotowując wielką akcję dla przeprowadzenia zmiany obecnych stosunków w tej dziedzinie.

Ruch propagandowy dla zjednywania nowych członków T-wa, prowadzony w dalszym ciągu w roku sprawozdawczym, napotykał na pewne trudności wskutek niedomagań w wysyłce czasopism, powodujących dość liczne reklamacje. Na podstawie otrzymanych wyjaśnień ze strony Zarządu Głównego, że pewne niedokładności i nieregularności w wysyłce czasopism zostały spowodowane nagłym przyrostem dużej ilości członków, Przewodniczący wyraża przekonanie, że były to rzeczy wyjątkowe i o charakterze przejściowym.

Sprawozdanie kończy Przewodniczący apelem do zebranych zjednywanie nowych członków, podkreślając znaczne korzyści płynące z należenia do T-wa, przede wszystkim w postaci cennych i licznych wydawnictw, jak również i zwracając uwagę na to, że tylko przy dużej ilości członków ilość wydawnictw może pozostać w dotychczasowym stanie.

Sprawozdanie Sekretarza.

Sekretarz przedstawia szczegółowo ruch członków w roku sprawozdawczym. Ilość członków z dniem 31 grudnia 1928 wynosiła 207 (w tem 141 miejscowych i 66 zamiejscowych), ilość członków z dniem 31 grudnia 1929 wynosiła 241 (w tem 160 miejscowych i 81 zamiejscowych).

Przyrost członków w porównaniu z rokiem ubiegłym wynosił 34 członków (w tem 19 członków miejscowych i 15 zamiejscowych).

W rzeczywistości przybyło członków 60 (w tem 25 miejscowych i 35 zamiejscowych). przy równoczesnym ubytku 26 członków. Z tej liczby 1 członek zmarł (zamiejscowy), 5 przeniosło się do innych oddziałów (2 miejscowych i 3 zamiejscowych), wystąpiło z T-wa 15 (4 miejscowych i 11 zamiejscowych), wykreślonych zostało 5 członków (zamiejscowych).

Od dnia 1 stycznia 1930 r. do dnia Walnego Zebrania Oddziału Krakowskiego należy zanotować dalszy przyrost członków a mianowicie: Wróciło do T-wa 3 członków (zamiejscowych). Nowych wstąpiło 9 (w tem 7 miejscowych i 2 zamiejscowych). Razem przybyło 12 (w tem 7 miejscowych i 5 zamiejscowych). Ponieważ w tym samym czasie zgłosił wystąpienie 1 członek (miejscowy) przyrost w omawianym okresie czasu wynosi 11 członków. W dniu więc Walnego Zebrania Oddziału Krakowskiego ilość członków wynosi 252.

Zebrań naukowych w okresie sprawozdawczym odbyło się 14, przy przeciętnej frekwencji pięćdziesięciu kilku członków.

Sprawozdanie skarbnika.

Przychód:

Pozostałość kasowa z r. 1928	19-40 zł.
Wkłádki członków w r. 1928	4.610 10 „
Razem	<u>4.629-50 zł.</u>

Rozchód:

Odesłano do Kasy Towarzystwa	3.960 ²⁰ zł.
Wydatki administracyjne:	
Sekretarza	58.50 zł.
Skarbnika	58— „
Zaproszenia	138.42 „
Kursor	288— „
Jazdy	50— „
	<u>592.92 zł.</u>
Wkładki do Ligi Ochrony Przyrody	76 ²⁰ zł.
	Razem
	<u>4.629.32 „</u>
Pozostałość na rok 1930	— 18 „
	Razem
	<u>4.629.50 zł.</u>

Ponadto Oddział Krakowski posiada 2 książeczki Kasy Oszczędności miasta Krakowa:

Nr. 138.357	na 4.016.80 mk.
Nr. 303.946	na 904.88 mk.

Z nich zwaloryzowano jedną, a mianowicie: Nr. 138.357 na 1.129.12 zł.
dopisany przychód w r. 1929 39.76 „
Razem 1.168.88 zł.

Z tego wydano na 3 portrety śp. prof. Kreutz'a, Kulczyńskiego i Raciborskiego (zdeponowane w Komisji Fizjograficznej Pol. Akad. Umiej.) wraz z ramami i tabliczkami 900— zł.
Pozostało w książeczce 298.88 „
Razem 1.168.88 zł.

Druga książeczka Nr. 303.946 na 904 mk. 88 f. pozostała wyrównana.

2. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.

Imieniem Komisji Rewizyjnej zabrał głos inż. S. Stobiecki, składając sprawozdanie z kontroli ksiąg rachunkowych T-wa, którą przeprowadzono w dniu 24 stycznia 1930. Na tej podstawie stwierdzono, że dochód w 1929 wynosił 4.629.50 zł.
wydatki w r. 1929 wynosiły 4.629.32 zł.
Pozostałość kasowa — 18 zł.

Nadto Towarzystwo posiada 2 książeczki Kasy Oszczędności, z których jedną zwaloryzowano na kwotę 1.168.88 zł.
z tego wydano na portrety 900— „
Pozostaje 268.88 zł.

Na drugiej książeczce niezwaloryzowanej znajduje się 904 mk. 88 f.

Dochód Oddziału Krakowskiego w r. 1929 w porównaniu z rokiem poprzednim zwiększył się przeszło o 600 zł. Imieniem Komisji Rewizyjnej stawia inż. Stobiecki wniosek o udzielenie absolutorjum Zarządowi.

3. Dyskusja nad Sprawozdaniem Zarządu.

Wniosek Komisji Rewizyjnej o udzielenie absolutorjum Zarządowi Oddziału Krakowskiego został jednomyślnie przyjęty.

4. Wybór Przewodniczącego i członków Zarządu na r. 1930.

Jednogłośnie został wybrany Zarząd w następującym składzie:

Przewodniczący: prof. dr. Tadeusz Estreicher. Członkowie Zarządu: prof. B. Dyakowski, prof. A. Dziurzyński, prof. dr. Wilhelm Friedberg, prof. J. Golański, dyr. R. Hajnos, prof. dr. S. Kreutz, wiz. W. Michalski, dr. K. Maślankiewicz, prof. dr. J. Momot, prof. dr. J. Nowak, prof. dr. Z. Rozen, prof. dr. W. Smoleński, dyr. S. Smreczyński, prof. dr. W. Szafer, prof. dr. W. Vorbrot.

5. Wybór Komisji Rewizyjnej.

Do Komisji Rewizyjnej ponownie zostali wybrani prof. dr. F. Rogoziński i inż. St. Stobiecki.

6. Przedkładanie wniosków na Walne Zebranie Towarzystwa i dyskusja.

Jako wnioski na Walne Zebranie przyjęto wnioski następujące:

1. Oddział Krakowski Pol. T-wa Przyrodników im. Kopernika domaga się stanowczo energicznego wystąpienia T-wa w sprawie stanowiska nauk przyrodniczych w szkołach średnich oraz opracowania reform i programów szkolnych.

W dyskusji podkreślano, że mimo szeregu uchwał w tej sprawie dotychczas nie zrobiono niemal nic, co więcej: ostatnie zmiany uszczupliły jeszcze bardziej stan posiadania nauk przyrodniczych w szkołach średnich, ponadto w nowych projektach Ministerstwa W. R. i O. P. niema śladu współdziałania przyrodników. Akcja T-wa winna być przeprowadzoną w porozumieniu z innymi towarzystwami i instytucjami naukowymi.

2. Oddział Krakowski domaga się usprawnienia administracji.

W dyskusji omawiano sprawę nieregularnej wysyłki czasopism, która powoduje nawet występowanie członków T-wa, wyrażając zarazem przypuszczenie, że przez ujednostajnienie wysyłki wydawnictw (zcentralizowanie ekspedycji) i przyjmowanie reklamacyj przez administrację niedomagania te zostaną usunięte. Wniosek ten nie jest skierowany przeciw dotychczasowej działalności Zarządu Głównego, lecz stara się zwrócić uwagę na niektóre zażalenia członków. W dyskusji wyrażono przypuszczenie, że niedomagania te będą mogły być usunięte przez przyjęcie pełnej siły administracyjnej i zorganizowanie wysyłki wydawnictw T-wa.

3. Zwracając uwagę na podobny charakter czasopism: „Wszechświat“ i „Przyroda i Technika“ Oddział Krakowski uważa za konieczne zlikwidowanie jednego z nich w jak najszybszym czasie.

Ponadto w dyskusji zwrócono uwagę na brak działu referatowego z prac przyrodniczych oraz bibliografii nauk przyrodniczych, postanawiając sprawę tę przedstawić na Walnem Zebraniu T-wa jako materiał do dyskusji.

4. Oddział Krakowski uważa za pożyteczne wydrukowanie całkowitego spisu czasopism biblioteki T-wa.

W dyskusji podniesiono, że wprawdzie spisy takie znajdują się wydrukowane w wydawnictwach T-wa, jednak one są niedostępne nowo wstępującym członkom. W razie gdyby koszty wydrukowania były znaczne, byłoby rzeczą pożądaną w najbliższej przyszłości powtórzenie całkowitego spisu, zachowując zarazem pewną ilość odbitek dla członków, którzy później wstąpią do Towarzystwa.

Delegatami na Walne Zebranie zostali wybrani prof. dr. S. Kreutz oraz dr. K. Maślankiewicz, ponadto uchwalono pozostawić Prezydum wolną rękę co do porozumienia się z członkami Oddziału Lwowskiego, którzyby mieli wystąpić na Walnem Zebraniu Towarzystwa w charakterze delegatów Oddziału Krakowskiego. Również zwrócono się z prośbą do prof. Estreichera, by jako Przewodniczący Oddziału zechciał wziąć udział w Walnem Zebraniu Towarzystwa.

Na tem Walne Zebranie Oddziału Krakowskiego zamknięto.

P r o t o k ó ł

walnego zgromadzenia Oddziału Lwowskiego Polskiego Tow. Przyrodników im. Kopernika. Odkonane 2 lutego 1930 w Instytucie Geologicznym U. J. K.

Przewodniczył: prof. dr. Stanisław Kulczyński. Protokołował: dr. K. Sembrat.

I. Sprawozdanie Przewodniczącego.

Przewodniczący prof. dr. Kulczyński przed rozpoczęciem sprawozdania zawiadamia obecnych o śmierci prof. Benedykta Dybowskiego, członka honorowego T-wa, wygłaszając przemówienie poświęcone pamięci zmarłego. Obecni przez powstanie oddali hołd śp. prof. Benedyktowi Dybowskiemu.

Z kolei przystępując do sprawozdania, prof. Kulczyński podaje do wiadomości skład Zarządu i Komisji Rewizyjnej, wybranej na poprzednim Walnem Zgromadzeniu Oddziału, które się odbyło 5 lutego 1929 r.

Zarząd wybrano w składzie następującym: Przewodniczący doc. dr. G. Poluszyński, zastępca przewodniczącego prof. dr. St. Kulczyński, członkowie Zarządu: prof. dr. A. J. Bant, doc. dr. J. Czyżewski, prof. dr. B. Fuliński, prof. dr. J. Hirschler, dr. M. Kamieński, dr. B. Kokoszyńska, prof. dr. W. Koskowski, prof. inż. A. Kozikowski, dr. R. Kuntze, prof. dr. W. Leśniański, prof. dr. T. Malarski, dr. W. Nechay, dr. J. Noskiewicz, dr.

J. Poratyński, prof. dr. W. Rogala, dr. K. Sembrat, dr. S. Słowikowska, dr. F. Stroński, prof. dr. D. Szymkiewicz, prof. dr. J. Tokarski, prof. dr. A. Zakrzewski.

Skład Komisji Rewizyjnej: prof. inż. J. Ladenberger, prym. dr. M. Świątkiewicz, prof. dr. S. Wierdak.

Zarząd ukonstytuował się wybierając sekretarzem dr. K. Sembrata, skarbnikiem dr. B. Kokoszyńską.

W roku sprawozdawczym wciągnięto do protokołu podawczego 452 pism. Ruch członków: przyjęto 242 osoby, wykreślono 24 osób, przybyło w roku sprawozdawczym 218 członków. Obecny stan członków Oddziału 672 osoby. W roku sprawozdawczym odbyło się 7 posiedzeń Zarządu, oraz 18 posiedzeń naukowych. Na posiedzeniach naukowych wygłoszono 18 odczytów i 6 komunikatów.

Odbyto 2 posiedzenia wspólnie z Tow. Anatomiczno-Zoologicznym, 1 posiedzenie wspólnie z Tow. Botanicznym, 1 posiedzenie wspólnie z Tow. Leśnem.

Przeciętne frekwencja na odczycie około 54 osób, maksymalna około 100 osób, minimalna około 20 osób.

II. *Sprawozdanie skarbnika.*

Zestawienie kasowe za rok 1929.

Przychód:

1. Pozostałość kasowa z r. 1928	382 zł.
2. Wkłádki członków	8.528.55 „
3. Różne przychody	151.67 „
Razem	<u>8.683.04 zł.</u>

Rozchód:

1. Do kasy Zarządu na rk wkładek	7.500.07 zł.
2. Wydatki administracyjne, kursorowi za zbieranie wkładek	394.— „
3. Wydatki sekretarza	488.75 „
4. Druki, wydatki skarbnika i różne	243.70 „
Razem	<u>8.626.52 zł.</u>

Pozostałość kasowa na rok 1930 56.52 zł.

III. *Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.*

Z powodu nieobecności członków Komisji Rewizyjnej odczytano pismo opatrzone podpisami członków Komisji, stwierdzające zgodność pozycyí księgi kasowej z alegatami.

IV. *Wybór przewodniczącego, zastępcy przewodniczącego i członków Zarządu.*

Na przewodniczącego wybrano przez aklamację prof. dr. A. J. Banta. Na zastępcę przewodniczącego wybrano doc. dr. Poluszyńskiego. Na członków Zarządu wybrano prof. dr. J. Aleksandrowicza, T. Bogulińskiego, prof. dr. B. Fulińskiego, prof. dr. J. Hirschlera, dr. M. Kamińskiego, dr. B. Kokoszyńską, prof. dr. Koskowskiego, prof. inż. A. Kozikowskiego, prof.

dr. St. Kulczyńskiego, dr. R. Kuntzego, prof. dr. T. Malar-
skiego, dr. J. Noskiewicza, dr. Z. Pazdrę, prof. dr. Rogalę,
dr. K. Sembrata, dr. St. Słowikowską, dr. F. Strońskiego,
prof. dr. D. Szymkiewicza, prof. dr. J. Tokarskiego, doc. dr.
A. Zierhofferą.

V. Wybór Komisji Rewizyjnej.

Wybrano do Komisji prof. inż. J. Ladenbergera, dr. J. Po-
ratyńskiego, prym. dr. M. Świątkiewicza.

VI. Wybór Delegatów na Walne Zgromadzenie T-wa.

Wybrano: dr. St. Drzewieckiego, prof. dr. Benedykta Fu-
lińskiego, dr. Z. Hirschlerową, dr. J. Kinela, dr. St. Klimka,
dr. J. Kochanowskiego, dr. B. Kokoszyńską, prof. dr. A. Ko-
zikowskiego, M. Krynicką, prof. M. Krzemieniewskiego,
inż. Fr. Krzysika, dr. R. Kuntzego, doc. dr. St. Legeżyńskiego,
J. Moniaka, dr. W. Nechaya, dr. J. Noskiewicza, prof. dr. T.
Olbrychtą, dr. H. Orkiszą, dr. O. Pazdrową, dr. J. Rylskiego,
J. Sawczyńską, dr. S. Sembrata, dr. St. Słowikowską, doc.
dr. K. Smulikowskiego, dr. J. Sokólską-Szczyrkową, dr. E.
Stenza, dr. H. Teisseyra, W. Wawryka, prof. dr. S. Wier-
daka, dr. T. Wilczyńskiego, prof. dr. A. Zakrzewskiego,
doc. dr. A. Zierhofferą, dr. W. Zycha, St. Zycha.

Protokół

walnego zgromadzenia Oddziału Zagłębia Dąbrowskiego P. T. P. im. Kopernika odbytego w dniu 4 lutego 1930 r. w Sosnowcu

Przewodniczył p. W. Wyspiański, protokół prowadził p. K. Wy-
roba.

Na początku Zebrania uczcili obecni pamięć ś. p. profesora Bene-
dykta Dybrowskiego. Telegram kondolencyjny wysłany został po-
przednio pod adresem Zarządu Głównego.

1. Prof. J. Duoboni wygłosił referat na temat: „Lotnictwo w do-
bie dzisiejszej“.

2. Sprawozdanie Zarządu Oddziału za 5-ty rok sprawozdawczy.

a) Liczebność Oddziału: Z końcem roku sprawozdawczego wystą-
piło 4 członków, w roku sprawozdawczym przyjęto w poczet członków
osób 25, zatem Oddział liczył w roku sprawozdawczym 92 członków.
Ilość członków wzrasta powoli ale ustawicznie mimo dość częstych wy-
stąpień, powodowanych opuszczaniem Zagłębia. — Zarząd Oddziału
wspierał propagandę Zarządu Głównego rozsyłaniem swych dawnych
odezw oraz wydrukowanej listy członków.

b) Zebrania: W dniach 28 lutego 1929 i 4 lutego 1930 odbyły się
Walne Zebrania Oddziału, pozatem odbyło się 5 zebrań ogólnych, po-
łączonych z zebraniem Zarządu oraz 2 zebrania Zarządu (razem 7 ze-
brań Zarządu). Na zebraniu 14 stycznia 1930 wybrano pp. St. Anto-
nowicza i A. Sochackiego zastępcami członków Komisji Rewizyj-

nej. — Na posiedzeniach Oddziału wygłoszono 5 dłuższych i 2 krótsze referaty naukowe oraz 2 referaty organizacyjne a mianowicie:

1. Dnia 28 lutego 1929 p. W. Wyspiański: „Z rocznic 1928 r. Linneusz, Wöhler“.

2. i 3. Dnia 18 kwietnia 1929 p. dr. A. Nasiłowski: „Robaki pasożytne przewodu pokarmowego człowieka“ oraz p. Wyspiański: „Sprawozdanie z ostatniego posiedzenia Zarządu Głównego i Walnego Zgromadzenia“.

4. Dnia 16 maja 1929 p. St. Hyrlicki: „Jak powstał kwiat?“.

5. Dnia 26 października 1929 p. W. Wyspiański: „Dziedziczenie cech nabytych jako postulat naukowy“.

6. i 7. Dnia 30 listopada 1929 p. W. Wyspiański: „Poglądy Rubnera na błędy w dziedzinie żywienia się (wzmianka) oraz tenże: „Sprawozdanie z ostatniego posiedzenia Zarządu Głównego“.

8. Dnia 14 stycznia 1930 p. W. Wyspiański: „Poglądy Köhlera na t. zw. projekcję na zewnątrz naszych doznań zmysłowych (wzmianka)“.

9. Dnia 4 lutego 1930 p. J. Duobon: „Lotnictwo w dobie obecnej“.

Sprawozdanie p. Wyspiańskiego z dzieła: Bertalanffy, Kritische Theorie der Formbildung w dniu 19 grudnia 1919 nie zostało wygłoszone z powodu małej ilości słuchaczy.

W porównaniu z rokiem ubiegłym ilość referatów naukowych zmniejszyła się, jest jednak uzasadniona nadzieja, że w najbliższym roku stan ten zmieni się na lepsze.

W dniu 5 maja 1929 odbyła się wycieczka botaniczna do Maczek prowadzona przez pp. St. Hyrlickiego i K. Wyrobę. Na rok najbliższy powierzono organizację wycieczek pp. Sadowskiemu, Wyrobie i Zielińskiemu.

c) *Biblioteka.* Akcja w sprawie utworzenia biblioteki Oddziału posuwa się pomyślnie naprzód. Związek biblioteki liczy obecnie 30 dzieł i broszur oraz większą ilość zeszytów rozmaitych czasopism. Szczególnie cenne dary dla biblioteki ofiarowali pp.: dyr. H. Dietel, prof. P. Przesmycki i prof. Wł. Rębacz, którym Zarząd składa ponownie serdeczne podziękowania.

d) *Akcja o stanowisko nauk przyrodniczych w szkole średniej.*

Najważniejszym punktem działalności Oddziału była akcja w sprawie programu nauk przyrodniczych, a w szczególności biologicznych w szkole średniej, wywołana znaną redukcją ilości godzin i usunięciem biologii z klasy VIII gimnazjum matematyczno-przyrodniczego. Wniosek naszego Oddziału w tej sprawie został uchwalony przez Walne Zgromadzenie Towarzystwa w dniu 10 marca 1929 we Lwowie. Nasz odpowiedni memoriał, opracowany przez przewodniczącego Oddziału, został przedstawiony na zebraniu Zarządu Głównego w dniu 9 marca 1929, a następnie wydrukowany w „Kosmosie B.“ W staraniach o spowodowanie akcji przyrodników w obronie stanowiska nauk przyrodniczych w szkole średniej nawiązaliśmy kontakt z Sekcją Przyrodników TNSW w Poznaniu oraz komitetem organizacyjnym Sekcji Przyrodniczo-Dydaktycznej XIII

Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich w Wilnie. Ponadto wystaliśmy broszurę ze wspomnianym memorjałem i odpowiednie pisma do Ministerstwa W. R. i O. P. oraz do szeregu wybitnych osób i instytucji. Do Zarządu Głównego zwracaliśmy się w tej sprawie pięciokrotnie. Do posiedzeniu Zarządu Głównego w dniu 23 listopada 1929 Przewodniczący Oddziału referował sprawę programu nauk przyrodniczych w gimnazjum niższem i wyższych oddziałach szkoły powszechnej.

e) Kontakt z Zarządem Głównym i innymi organizacjami i członkami.

Pozostawaliśmy w ścisłym kontakcie z Zarządem Głównym oraz z sąsiednim Oddziałem Śląskim, z którym wymienialiśmy zawiadomienia oraz odwiedzaliśmy wzajemnie nasze zebrania i wycieczki. Pozostawaliśmy również w porozumieniu z Państwową Radą Ochrony Przyrody, w sprawie ochrony ptaków, ingerowaliśmy w powiatowej komendzie policji. Oddział przystąpił do akcji w sprawie założenia towarzystwa regionalnego i wydania monografji Zagłębia oraz do akcji w sprawie muzeum na zamku w Będzinie. Z członkami utrzymywaliśmy żywy kontakt, załatwialiśmy częste reklamacje czasopism, udzielaliśmy informacji naukowych, wreszcie wysyłaliśmy liczne pisma w sprawie wkładek.

f) Sprawozdanie finansowe. Wkładki członków wpłacane były nieregularnie i dopiero z końcem roku wpłynęły w większej ilości. Zarząd czynił w dalszym ciągu starania o subwencje. Ostatecznie wpłaciliśmy Zarządowi Głównemu pełną kwotę należną za rok 1929 oraz częściowo spłaciliśmy zaległości, za ubiegłe pierwsze pięciolecie naszego Oddziału pozostajemy jeszcze dłużni Zarządowi Głównemu zł. 225, co z salda bieżącego roku niebawem zostanie pokryte. Obrót pieniężny Oddziału przedstawia się następująco:

A) Dochody:

1. Saldo z poprzedniego roku sprawozdawczego	350 zł. 25 gr.
2. Wkładki członków	1.677 " — "
3. Subwencje Miasta Sosnowca za lata 1928 i 1929	550 " — "
4. Subwencja Miasta Będzina	40 " — "
5. Dochód z P. K. O.	2 " 79 "
6. Drobne	1 " 30 "
Razem	<u>2.621 zł. 34 gr.</u>

B) Rozchody:

1. Wysłano Zarządowi Głównemu od 92 członków za r. 1929	1.380 zł. — gr.
2. Wysłano Zarządowi na poczet długów Oddziału z poprzednich lat	235 " — "
3. Koszta dwóch delegacyj (10 stycznia i 10 marca 1929)	65 " — "
4. Druki propagandowe	53 " — "
5. Wydatki biblioteczne	139 " 75 "
6. Lokal	50 " — "
7. Inne wydatki administracyjne	219 " 10 "
Razem	<u>2.141 zł. 85 gr.</u>

Saldo z 15 stycznia 1930 479 zł. 49 gr.

Zarząd Oddziału składa serdeczne podziękowanie Miastu Sosnowiec i Miastu Będzin za udzielone subwencje.

III. *Udzielenie absolutorjum.* Przyjęto przez aklamację zgłoszony przez St. Antonowicza wniosek Komisji Rewizyjnej o udzielenie absolutorjum Zarządowi Oddziału za V-ty rok sprawozdawczy.

IV. *Wnioski.* Przyjęto jednomyślnie następujące wnioski na najbliższe Walne Zgromadzenie Towarzystwa :

a) Uważając za niecelowe dostarczanie wszystkim członkom „Kosmosu A.“ (rozprawy), który dla znacznej części członków jest zbyt specjalny i niepotrzebny, jednocześnie zaś żywiąc przekonanie, że niemniej znaczna część członków gotowa jest zwiększyć swe świadczenia na rzecz naukowej działalności Towarzystwa, postanawia Walne Zgromadzenie: Czasopismo „Kosmos A.“ (rozprawy) ma być od roku 1930 włącznie dostarczane tylko członkom, którzy wpłacą dodatkowo po 10 zł. rocznie, pozostałe zaś wydawnictwa Towarzystwa stanowią wystarczające świadczenia dla członków. Wydawanie „Kosmosu A.“ uważa Walne Zgromadzenie nadal za jeden z głównych celów Towarzystwa.

b) Walne Zgromadzenie uważa za konieczne opracowanie w ramach Polskiego Towarzystwa Przyrodników im Kopernika projektu programu nauk przyrodniczych w szkołach średnich ogólnokształcących i w seminarjach nauczycielskich. W tym celu upoważnia Walne Zgromadzenie Zarząd Główny do utworzenia Komisji, któraby w najbliższym czasie opracowała szczegółowy projekt programu j. wyżej, poczem po zatwierdzeniu przez Zarząd Główny projekt ów ma być przedstawiony Ministerstwu W. R. i O. P.

c) Walne Zgromadzenie domaga się umieszczanie rocznych sprawozdań Oddziałów w „Kosmosie B.“.

Ponadto przyjęto jednomyślnie następująco wnioski :

a) Walne Zebranie Oddziału uważa za pożądane wydanie pamiętnika pierwszego pięciolecia Oddziału i przeprowadzenie tej sprawy powierza Zarządowi Oddziału.

b) Walne Zebranie składa serdeczne podziękowanie P. T. Samorządowi Miejskim i osobom, które subwencjami i cennymi darami zasilają nasze fundusze i bibliotekę.

V. *Wybory Zarządu i Komisji Rewizyjnej Oddziału oraz delegatów na Walne Zgromadzenie* dały jednomyślnie wyniki następujące :

Przewodniczący: Witold Wyspiański, zastępca przewodniczącego: dr. Maksymilian Wołkowiec, sekretarz: Karol Wyroba, skarbnik: inż. Jerzy Szydłowski, członkowie Zarządu: dr. Adolf Ingster, dr. Helena Pojon de Moncets, dr. Adam Piwowar, inż. Henryk Wojewódzki, dr. Władysław Witkowski.

Członkowie Komisji Rewizyjnej: Stefan Antonowicz, Adam Sochacki, Waldemar Zillinger.

Delegaci na Walne Zgromadzenie T-wa: dr. Adam Piwowar, inż. Jerzy Szydłowski.

Protokół

z walnego zgromadzenia Bydgoskiego Oddziału Polskiego T-wa Przyrodników im. Kopernika odbytego w dniu 7 lutego 1930 r.

I. Na przewodniczącego Walnego Zebrania powołano p. B. Dixoną, który stwierdzając w myśl statutu T-wa prawomocność posiedzenia, udzielił głosu p. prof. S. Hołyńskiemu, prezesowi Bydgoskiego Oddz. Tow.

II. P. Hołyński komunikuje o bolesnej stracie, poniesionej z powodu zgonu ś. p. prof. B. Dybowskiego i nagłej śmierci ś. p. dr. S. Krzysika, b. sekretarza Oddziału i składa relację, jako delegowany przez Zarząd Oddz. T-wa na pogrzeb do Lwowa w myśl uchwały Zarządu z dnia 3 lutego r. b.

Po uczczeniu pamięci Zmarłych przez powstanie obecnych członków T-wa, nadmieniam o zamierzonym zwołaniu uroczystego posiedzenia z referatem p. Wł. Kulmatyckiego celem oddania należnego hołdu ceniom prof. Dybowskiego i uczczenia ogromu jego zasług dla Ojczyzny i Nauki Polskiej.

Przechodząc do spraw naszego Oddziału, stwierdza dalszy jego rozwój pod względem stałego przepływu nowych członków zaznaczając, że jakkolwiek działalność odczytowa w roku sprawozdawczym nieco osłabła, jednakże usiłowania Zarządu zdążyły w dalszym ciągu do realizowania wzniosłych zadań i celów T-wa.

W r. ub. Zarząd Oddziału porozumiewał się z Magistratem miasta Bydgoszczy w kwestji stworzenia zainicjowanego przez Magistrat Muzeum etnograficzno-przyrodniczego. W celu współpracy z Magistratem, jak wiadomo, zapoczątkowano zbiór materiału na eksponaty do działu przyrodniczego Muzeum, przeznaczzonego tak do użytku szkół miejscowych, jak i szerszego ogółu. Wobec trudności finansowych sprawa zmontowania już zebranego materiału, wzgl. jego przechowania, napotyka na poważne przeszkody i wymaga dalszych zabiegów i nowych starań.

III. Następnie sprawozdanie składa sekretarz Oddz. T-wa p. inż. B. Romanowski.

Ogólna liczba członków T-wa w Oddziale Bydgoskim wzrosła do liczby 78 (miejscowych 47, zamiejscowych 31). W styczniu 1929 r. stan liczebny członków Oddziału wynosił 68, w ciągu roku roku wystąpiło 2, zmarł 1, przyjęto nowych 13. Zarząd odbył 7 posiedzeń administracyjnych, posiedzeń naukowych odbyto 6 z następującymi referatami:

1. Dnia 22 lutego p. dr. R. Kwieciński mówił na temat: „Barwnik jałowcowy w zastosowaniu do określenia kwasowości“. — 2. p. J. Borowik: „Etatyzacja nauki czyli jarzmo utylitaryzmu, a niezależność nauki“.

3. Dnia 15 marca p. dr. S. Lewoniewska: „O wpływie nawożenia fosforowego i azotowego na plony i skład owsa“.

*

4. Dnia 15 listopada p. Wł. Kulmatycki: „O pasażu ryb przez turbiny nowszych systemów“ (Sprawozdanie z podróży do Szwecji i Niemiec).

5. Dnia 17 grudnia p. prof. dr. K. Panek: „Stan obecny nauki o zakażeniu i odporności“.

6. Dnia 2 stycznia 1930 p. prof. dr. K. Panek: „Badania nad nosaiczną“.

7. Dnia 10 stycznia 1930 p. prof. dr. K. Panek: „Badania nad gruzlicą“.

Przeciętna frekwencja na posiedzeniach naukowych wynosiła 28 osób (max. 35 i minim. 19).

Dwa ostatnie referaty odbyły się przy współudziale Bydgoskiego T-wa Naukowego Lekarskiego.

IV. Skarbnik Oddziału p. J. Gabański przedstawił na Walne Zebranie następujące zestawienie kasowe:

Przychód:

1. Pozostałość kasowa z r. 1928	106·31 zł.
2. Wkładki członków	1.375— „
Razem	1.481·31 zł.

Rozchód:

1. Odesłano do kasy Zarządu Głównego	1.092·25 zł.
2. Wydatki administracyjne	118·35 „
3. Prenumerata pism naukowych	99·50 „
4. Oprawa książek dla Biblioteki Oddziału	60— „
Pozostałość kasowa	79·90 „
Na książeczce P. K. O.	31·31 „
Razem	1.481·31 zł.

V. W imieniu Komisji Rewizyjnej, która badała książki kasowe i znalazła je w zupełnym porządku, prof. dr. L. Garbowski stwierdza, że wykazany stan kasy odpowiada rzeczywistości i wnosi o udzielenie absolutorjum Zarządowi, co też zebrani przyjęli jednomyślnie.

VI. Zebranie Walne składa podziękowanie ustępującemu Zarządowi Oddziału, w szczególności pp. Skarbnikowi i Sekretarzowi, za ich pracę w roku ubiegłym.

VII. Wybory Zarządu na rok 1930.

Na przewodniczącego Bydgoskiego Oddziału T-wa wybrano jednomyślnie i ponownie p. prof. S. Hołyńskiego.

Do Zarządu powołani zostali: inż. Krukowski (vice-przewodniczący), inż. Dąbrowski, dr. Leszczenko, prof. Mowid, prof. Rutkowski, prof. Otto, inż. Gabiński (skarbnik), inż. Romanowski (sekretarz).

VIII. Do Komisji Rewizyjnej wybrano ponownie: prof. Garbowskiego, dr. Kwiecińskiego i inż. Łempickiego.

IX. Na delegatów prof. dr. Garbowskiego, dr. Kwiecińskiego i Wł. Kulmatyckiego.

X. Na wniosek p. Garbowskiiego i Hołyńskiego uchwalono, że do normalnych składek członkowskich za r. 1930 zł. 20 obowiązuje dodatkowo kwota 5 zł. rocznie na zakup epidjaskopu do użytku Oddziału T-wa.

Wreszcie Walne Zebranie Oddziału Bydgoskiego postanowiło złożyć pisemny protest do Zarządu Głównego T-wa przeciwko uchwale Zarządu Głównego z dn. 23 listopada 1929 r., dotyczącej pozyskania Morskiego Laboratorium Rybackiego w Helu na rzecz Uniwersytetu Poznańskiego. Walne Zebranie motywuje uchwałę swoją tem, że Zarząd Główny T-wa powziął swoją uchwałę, bez poprzedniego zasięgnięcia opinii Oddziału Bydgoskiego. Walne Zebranie postanowiło rzecz tą przekazać delegatom Oddziału T-wa na Walne Zebranie we Lwowie.

XI. Walne Zebranie zatwierdziło kwotę zł. 160 (sto sześćdziesiąt) na wyjazd delegata Oddziału na pogrzeb ś. p. prof. dr. Dybowskiego, uchwaloną przez Zarząd Oddziału.

Protokół

z walnego zgromadzenia Oddziału Śląskiego Pol. T-wa Przyrodników im. Kopernika, które odbyło się w poniedziałek dnia 10 lutego 1930 r. pod przewodnictwem dr. Ręgowicza, przy współudziale 31 członków.

Porządek dzienny:

1. Odczytanie protokołu.
2. Sprawozdanie ustępującego Zarządu.
3. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
4. Dyskusja nad sprawozdaniami.
5. Wybór nowego Zarządu i Komisji Rewizyjnej.
6. Wybór delegatów na Walne Zebranie T-wa we Lwowie.
7. Wnioski Oddziału na Walne Zebranie T-wa we Lwowie.
8. Wolne wnioski.

Zebranie zagał Przewodniczący, witając zebranych członków i wyrażając swą radość z ustawicznego rozwoju Towarzystwa. Rozwój ten szedł w dwóch kierunkach: T-wo rozwinęło pracę naukową i propagandową, zaś liczebnie wzrosło ze 160 do 320 członków.

Przewodniczący poświęcił parę słów zmarłym członkom Towarzystwa: drowi Rostkowi i prof. Dybowskemu, których pamięć uczcili zebrani przez powstanie.

Następnie odczytano protokół z poprzedniego Walnego Zebrania i bez zmiany go przyjęto.

Sekretarz inż. Gębik składa wyczerpujące sprawozdanie z działalności całorocznej Oddziału, zaś skarbnik odczytuje sprawozdanie kasowe.¹⁾

¹⁾ Szczegółowe sprawozdanie zostało drukowane w Roczniku Śląskiego Oddziału P. T. P. im. Kopernika 1929.

Po sprawozdaniu Redakcji Rocznika inż. Gębik odczytuje szereg recenzji prasy i opinii profesorów uniwersytetu o pierwszym Roczniku i podaje treść drugiego Rocznika. Tak wskutek zaległości wkładek członkowskich, jak również z powodu wydania drugiego Rocznika, Oddział popadł w trudności finansowe i ma dość znaczne długi w Zarządzie Głównym. Zarząd Oddziału jednak spodziewa się, że po wydaniu i rozsprzedaniu Rocznika uzyska pewne kwoty, które wraz z obietnicami subwencjami od gmin i niektórych Rad powiatowych zasilą kasę Oddziału.

Po sprawozdaniach nastąpiła dyskusja. Dyr. Rowiński, proponuje, ażeby w celu zachowania równowagi finansowej ułożyć budżet. Przewodniczący dr. Ręgowicz proponuje, ażeby prosić Zarząd Główny o poczynienie pewnych ulg dla naszego Oddziału. W przyszłości natomiast, ażeby uniknąć ponownych deficytów należałoby zaniechać wydawania Rocznika osobno, a oprzeć się o Muzeum Śląskie. Muzeum będzie wydawało czasopismo swoje, w którym będzie oddział sztuki, etnograficzny i przyrodniczy; w tym ostatnim mógłby Oddział współpracować, przyczyniając się tem samem do zjednoczenia ruchu naukowego przyrodniczego. Towarzystwo na przyszłość powinno się oprzeć o własne siły, gdyż na subwencje liczyć ono nie może.

Inż. Gębik zaznacza, że o ile Towarzystwo jako takie chętnie popiera i popierać będzie wszelkie poczynania oddziału przyrodniczego w Muzeum Śląskiem, o tyle jednak umieszczanie prac i artykułów w organie Muzeum lub choćby nawet jako dodatek napotkałoby na różnego rodzaju trudności i byłoby nawet niejednokrotnie nieodpowiedniem. Rocznik, jako wyraz całkowitej pracy Oddziału tak na wewnątrz jak i na zewnątrz, trudny jest do pomyślenia łącznie z jakimś innym czasopismem. A ponieważ wychodzi już drugi jego numer, więc należałoby wydawnictwo to dalej kontynuować. I jeśli możliwy on był do wydania przy 160 członkach, to tembardziej teraz, gdy ilość członków z dnia na dzień wzrasta.

Prof. Czudek jest również za tem, by Rocznik nadal wydawać, gdyż Muzeum będzie wydawało prace czysto naukowe, zaś Rocznik obok naukowych wydaje artykuły popularne, interesujące wszystkich mieszkańców na Śląsku.

Ponieważ dyskusja nad Rocznikiem bardzo się przeciągła, uchwalono, by kwestję, czy Rocznik nadal wydawać, czy nie, pozostawić do rozstrzygnięcia przyszłemu Zarządowi.

Prof. Spendel postawił następnie wniosek o udzielenie absolutorjum ustępującemu Zarządowi. Wniosek przyjęto.

Następnie przystąpiono do wyboru nowego Zarządu. Prof. Czudek proponuje na prezesa dr. Ręgowicza, na członków Zarządu: inż. Miedniaka, Dankównę, Galusa, Gębika, Klattównę, Kosowiczową, dr. Steuera, Gutfreudównę, Bartla, Wójcickiego, Batkę, Czudka, Spendla i dr. Ryzewicza. Do Komisji Rewizyjnej: insp. Kłapę, inż. Kwiecińskiego, inż. Paczkowskiego.

Uchwalono, ażeby w Zarządzie zarezerwować miejsce dla jednego z T-wa inżynierów i jednego z T-wa lekarzy.

Wniosek poddany pod głosowanie przyjęto przez akklamację. Jako delegatów na Walne Zebranie T-wa we Lwowie, wybrano inż. Gębika i M. Dankównę.

Prezes dr. Ręgorowicz dziękując za ponowny wybór zaznacza, że absorbowany pracą w różnych innych dziedzinach nie mógł się w roku ubiegłym oddać należycie pracy w T-wie, lecz starać się będzie, by w tym roku więcej czasu T-wu poświęcić. Konstatuje, że zainteresowanie naukami przyrodniczymi jak również zabytkami przyrody na Śląsku bardzo wzrosło. Wysłała praca p. Czudka: „O ochronie zabytków“.

Wycinanie w szybkim tempie drzewostanu w Beskidach skłoniło do poczynienia kroków w sprawie utworzenia rezerwatu na Baraniej Górze. Ma się tem zająć powstała w Katowicach Komisja Ochrony Przyrody. W Cieszynie powstaje wzorowy ogród botaniczny subwencionowany przez Województwo. Popiera się ogrody szkolne i urządza wszędzie święta sadzenia drzewek, Muzeum Śląskie posiada już dość bogate zbiory przyrodnicze, które po wybudowaniu gmachu Muzeum będą oddane do powszechnego użytku. Prócz tego Muzeum zajmuje się rejestracją i ochroną zabytków przyrodniczych na Śląsku. Sprawa lokalu dla T-wa także będzie prawdopodobnie w tym roku rozwiązana, gdyż albo T-wo otrzyma salę w Domu Oświatowym, albo też w mającym stanąć gmachu Muzeum. Ważną jest sprawa popularnych wydawnictw przyrodniczych, które mogłoby wyprzeć licznie rozpowszechnione wydawnictwa niemieckie. Jeśli idzie o zainteresowanie przyrodą, to T-wo przyrodników zrobiło b. wiele i może być dumne z rezultatów. Prezes życzy, by zainteresowanie to rosło nadal w tym stopniu.

Następnie ustalono wnioski na zjazd delegatów we Lwowie. Uzgodniono je z Oddziałem w Zagłębiu, którego przedstawiciel prof. Wyspiański był także obecny na Walnem Zebraniu, z wyjątkiem jednego, mianowicie szło o to, by „Kosmos A“, wydawnictwo ściśle naukowe, nie był rozsyłany wszystkim członkom, tylko tym, którzy sobie życzą i to za zapłatą 10 zł. Oddział Śląski wniosku tego nie przyjął, przyjęto natomiast 2 następne: 1. W sprawie programów nauki biologji, Zarząd Główny ma wyłonić Komisję, która ma opracować te programy i dać je do zatwierdzenia Ministerstwu W. R. i O. P. 2. Sprawozdanie roczne oddziałów mają być umieszczane w Kosmosie. P. inż. Czudek podał 3 wnioski: Ponieważ wyrębywanie lasów na Baraniej Górze idzie w bardzo szybkim tempie i zachodzi obawa, że przed utworzeniem Rezerwatu tamże mogą one być całkiem zniszczone, Zarząd Gł. poczyni starania, by wyręb ten bezzwłocznie wstrzymano.

W wolnych wnioskach zabrał głos inż. Tarotkiewicz przytaczając, że w Czechosłowacji jest zwyczaj, że rzadkie i godne ochrony rośliny sadi się w ogródkach koło domu, aby one spowszechniały ludziom i przez to nie były narażone na zniszczenie.

Prof. Ottówna Janina stawia wniosek, by inż. Gębikowi poświęcającemu tak dużo czasu, sił i energii dla T-wa wyrazić podziękowanie za pracę. Wniosek ten przyjęto z aplauzem.

Na tem zakończono zebranie.

P r o t o k ó ł

z posiedzenia Zarządu Głównego Polsk. T-wa Przyrodników im. Kopernika, odbytego dnia 22 lutego 1930 r.

Obecni: Czekanowski, Dębowski, Gębik, Grochmalicki, Hirschler, Jakubski, Kamiński, Kulmatycki, Kulczyński, Mydlarski, Pazdro, Rogala, Smreczyński, Stroiński, Szymkiewicz, Tokarski, Wyspiański, Zakrzewski.

Swą nieobecność usprawiedliwili: Loth, Nowicki, Reicher, Romer, Szafer.

1. Przyjęto do wiadomości protokół z ostatniego posiedzenia Zarządu Gł., przyczem: uchwalono dołączyć wniosek, ograniczający w r. 1930 objętość „Kosmosu Serja A.“ do 48 arkuszy druku.

2. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Przewodniczącego, przyczem:

a) uchwalono sprawę druku artykułu dra Wilczyńskiego o publikacji doc. Swederskiego odłożyć do czasu rozstrzygnięcia sprawy doc. Swederskiego przez komisję, wyłonioną z Wydziału Roln.-Lasowego Politechniki Lwowskiej.

b) uchwalono w myśl intencji Oddz. Bydgoskiego zawiesić wykonanie uchwały w sprawie Morskiego Laboratorium Rybackiego na Helu i polecić Prezydjum T-wa przeprowadzenie w tej sprawie korespondencji z dyrektorem Kopciem i Zarządem Oddz. Bydgoskiego.

c) uchwalono sprawę nauczania przyrody w szkołach średnich oddać Prezydjum T-wa do załatwienia, które w tej sprawie zwoła w najbliższym czasie specjalną komisję.

d) uchwalono w związku z życzeniem Oddz. Krakowskiego przesyłać na ręce Zarządu 50 egzemplarzy „Kosmosu B.“ i „Wszechświata“ dla celów propagandy.

e) uchwalono kooptować do Komitetu Redakcji „Przyrody i Techniki“ prof. Michała Siedleckiego.

3. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Skarbnika T-wa i Redaktora „Kosmosu Serja A.“ przyczem:

a) uchwalono na wniosek prof. Czekanowskiego zwrócić się do Kuratora Ręgowicza z prośbą o poparcie materialne dla T-wa z funduszków śląskich.

b) uchwalono zwrócić uwagę Oddz. Bydgoskiemu, iż kupno epidjaskopu przez Zarząd tego Oddziału nie może wpłynąć na zmniejszenie siły płatności tego Oddziału w stosunku do Kasy Głównej T-wa, a może być uskutecznione na własną odpowiedzialność.

c) na wniosek prof. Szymkiewicza potwierdzono zasadę, iż w czasopiśmie „Kosmos“ mogą być drukowane jedynie prace członków T-wa. Wyjątek od tej zasady mogą redakcje zrobić jedynie dla cudzoziemców oraz małżeństw, z których jedna osoba winna być członkiem T-wa.

4. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Redaktora „Kosmosu Serja B.“, przyczem:

a) uchwalono na wniosek prof. Grochmalickiego ograniczyć druk protokołów z Walnych Zgromadzeń Oddziałów do jednego arkusza, a z posiedzeń Zarządu Gł. i Walnego Zgromadzenia T-wa do $\frac{1}{2}$ arkusza.

b) uchwalono powyższe $1\frac{1}{2}$ arkusza druku nie włączać do kontyngentu ogólnej ilości arkuszy w „Kosmosie B.“.

5. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Redaktora „Wszechświata“, przyczem:

a) na wniosek prof. Szymkiewicza uchwalono zasadę, by w „Wszechświecie“ wszystkie działy nauk przyrodniczych były równomiernie traktowane z uwzględnieniem przede wszystkim polskiej florystyki i faunistyki.

6. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Administratora „Kosmosu Serja A.“, przyczem:

a) uchwalono odstąpić komplety „Kosmosu“ Sejmowi Śląskiemu i Dyrekcji Muzeum śląskiego po cenie 3.000 zł. za komplet. W związku z powyższym uchwalono zaproponować tym instytucjom przystąpienie do T-wa w charakterze członków wspierających za cenę 10.000 zł., przyczem w tej kwocie mieści się cena kompletu „Kosmosu“.

7. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Bibliotekarza T-wa przyczem:

a) na wniosek referenta, dra Pazdry, uchwalono zwrócić się do Ministerstwa Spraw Zagranicznych z prośbą o subwencję w kwocie 5.000 zł. na wysyłkę „Kosmosu“ za granicę.

8. Wnioski

a) uchwalono przedstawić odpowiednie wnioski na Walne Zgromadzenie.

b) uchwalono na wniosek Oddziału Krakowskiego, poparty przez prof. Rogalę, zlikwidować od r. 1931 jedno z pism popularnych wydawanych przez T-wo.

Protokół

walnego zgromadzenia Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, które odbyło się dnia 23 lutego 1930 r. w Instytucie geologicznym U. J. K. we Lwowie.

Przewodniczący: Prezes T-wa prof. dr. Julian Tokarski.

Protokołują: Sekretarz generalny T-wa dr. Marjan Kamiński i dr. Zdzisław Pazdro.

1. Zagajenie Przewodniczącego.

Szanowni Państwo!

Słowa powitania, jakie winien przewodniczący dzisiejszego Walnego Zgromadzenia rzucić z tego miejsca pod adresem tych wszystkich zebranych w tej sali naszych członków, którzy nie szczędzili trudu, by zjawić się we Lwowie dla załatwienia ważnych prac, związanych z życiem naszego T-wa, ustępują miejsca słowom skargi i bezgranicznego bólu z powodu nad wyraz wielkiej straty, jaką poniósł świat przyrodniczy przez odejście w krainę cieniów prof. Benedykta Dybowskiego... Zaprawdę lęk nas ogarnia, by jakieś niebacznie rzucone słowo uchybiło duchowi męża tej miary... Niechaj zatem umilkną na chwilę wszystkie, a myśli nasze niech ulecą w głębokim skupieniu na świeżo usypaną mogiłę cmentarza obrońców Ojczyzny, lwowskiego mauzuleum wiary, nadziei i miłości.

Pamięć prof. Dybowskiego została uczczona w ośrodku lwowskim ze wszystkich sił serca w smutnych dniach uroczystości pogrzebowych. Zarząd Główny przygotowuje w łączności z innymi ośrodkami naukowymi i obywatelskimi Lwowa uroczystą Akademię oraz odpowiednie publikacje, których zadaniem będzie uczczenie i utrwalenie pamięci męża niezwykłej miary szlachetności, miłości ojczyzny oraz pracy na polu naukowym...

W roku ubiegłym spotkały nas i inne straty. Zmarł dr. Stanisław Krzysik, członek Oddziału Bydgoskiego, w Poznaniu prof. Antoni Korczyński, w Krakowie prof. Namysłowski, w Warszawie prof. Kotoński, wszyscy członkowie naszego T-wa.

Dziękuję Państwu, żeście przez powstanie oddali hołd i wyrazili ból nasz z powodu tak bolesnych strat, poniesionych przez T-wa.

W ubiegłym okresie administracyjnym zajmował się Zarząd Główny szeregami ważnych spraw. Są między nimi takie, które nie schodzą z porządku dziennego obrad Zarządu Głównego i Oddziałów. Na miejscu pierwszym musimy tu wymienić sprawę nauczania przyrody w szkołach średnich. Miałem zaszczyt zawiadomić Państwo niespełna rok temu z tego miejsca, iż starania nasze o to, by lekcje przyrody w tych szkołach stały się obok innych nauk i na równi z innymi podstawą wychowania i kształcenia młodzieży, zostały o tyle uwieńczone pomyślnym rezultatem, iż Przewodniczący T-wa został osobiście przez ówczesnego Ministra Wyznań i Oświaty zaproszony do skonstruowania nowego, racjonalnego planu nauk przyrodniczych w szkołach średnich. Zapowiedziałem na ostatnim Walnym Zgromadzeniu wobec tego faktu, iż ta konstrukcja nie może iść po innej linii, jak tylko po myśli wielokrotnych żądań T-wa. Niestety, nikt nie przypuszczał podówczas, że była to wielka iluzja! Nowe plany nauczania przyrodznictwa w tych szkołach zostały skonstruowane i opublikowane, zanim referent wyznaczony przez ministra miał czas wywiązać się ze swego zadania. W zasadzie nie możnaby mieć o to pretensyj do tych czynników, które zdecydowały bez podania powodów

o zmianie referenta, jednakże pod warunkiem, iż plany wykonane przez innych uwzględnią nasze postulaty. Jak sprawa pod tym względem się przedstawia, o tem wszyscy wiemy. Naukom przyrodniczym przeznaczono w nowych planach i w nowym, zredukowanym programie lekcyj jeszcze skromniejszą rolę. Wobec powyższego stanu rzeczy, streszczającego się w tem, iż bywamy zapytywani o zdanie, a nawet proszeni o referaty w sprawach nauczania przyrody w szkole średniej, z drugiej zaś strony wszystkie nasze postulaty i uwagi na ten temat są stale niebrane w rachubę, pozostaje nam jedna tylko droga. Zarząd Główny uchwalił przystąpić do zredagowania planów nauczania przyrody w polskiej szkole średniej niezależnie od poczyniń czynników oficjalnych, w łonie własnych sił naukowo-pedagogicznych, plan taki opublikować i walczyć wytrwale o jego wprowadzenie w jak najkrótszym czasie. W najbliższym czasie będzie wybrana odpowiednia komisja, której prace będą Oddziałom poddane do dyskusji. W pracy tej zamierzamy porozumieć się z innymi Towarzystwami naukowymi przyrodniczymi oraz zreszzeniami nauczycieli o wykształceniu akademickim. Rozpoczynamy zatem walkę o nauczanie przyrody, w poczuciu wielkiej odpowiedzialności, jaka na nas ciąży za rozwój i znaczenie nauk przyrodniczych, które przecież w pierwszej linii są powołane do rozpraszania mroków ciemnoty wśród szerokich mas polskiego społeczeństwa, wywołanych długą niewolą!

W związku z powyższem przystąpiliśmy do wydawania czasopisma „Wszechświat“. W odezwie do czytelników, zamieszczonej w pierwszym numerze czasopisma, starałem się wytłumaczyć ten krok Zarządu Głównego, który mógłby być nazwany „nieopatrzny“ z powodu braków funduszy na rozszerzanie agend wydawniczych. Jednakże wychodzimy z założenia, iż nasze T-wo wogóle niema żadnych środków materialnych — nawet na wydawanie swego „starego Kosmosu“, który dzisiaj przeszedł do kategorii „A“, na wydawanie „Kosmosu B“ i „Przyrody i Techniki“, na opędzenie elementarnych potrzeb administracji, która staje się z roku na rok bardziej skomplikowaną — a przecież „wiera“, że „jakoś to będzie“ spełnia się, mimo utyskiwań pana Skarbnika, czcigodnego prof. Z a k r z e w s k i e g o. Niepodobna pomyśleć, by w społeczeństwie naszym, nie znalazły się środki, umożliwiające scalenie ruchu przyrodniczego w wolnej Polsce. Jesteśmy powołani jako najsilniejsze zreszzenie przyrodnicze do troski o całość tego wszystkiego, co odnosi się do nauk przyrodniczych w Państwie. Mamy głęboką wiarę, iż wszystkie nasze poczynania, związane z tą troską, zostaną uwiecznione pomyślnym skutkiem. Pozwólcie nam zatem Szanowni Państwo iść z tą wiarą naprzód, a nie każcie mimo tej wiary cofać się wstecz! Tą wiarą chciałbym przedewszystkiem natchnąć tych naszych członków, którzy mając w ręku dowody naszych wysiłków czterech wydawnictw, otrzymywanych za opłatą 20 zł. rocznie, nie są w stanie pokonać trudności, związanych z wpłacaniem kwartalnej wkładki 5 zł. do rąk skarbników oddziałów!

Jeśli mowa o stanie gospodarczym naszego T-wa, to podkreślić tu musimy następujące momenty. W roku ubiegłym uzyskaliśmy z Funduszu Kultury Narodowej poważny zasiłek w kwocie 30.000 zł., niez-

leżnie od zasiłków, otrzymywanych z kasy M. W. P. i O. P. Zużyliśmy te pieniądze na opłacenie starych długów, związanych z wydawaniem „Kosmosu“. Zostało uwzględnione nasze podanie o subwencję na badanie staruńskie, jednakże kwota 50.000 zł., przeznaczona na badania z tego samego funduszu, wpłynęła do Akademii Umiejętności, która zabiegała w tym samym czasie o podobny zasiłek. Wiadomo Państwu, że uzyskany zasiłek opłacił się stokrotnie, a w najbliższym czasie oficjalna publikacja ze strony tej Instytucji zadziwi świat cały wiadomością o epokowym odkryciu w skromnej osadzie podkarpackiej. Z ramienia naszego T-wa do komitetu staruńskiego wyłonionego ze strony Akademii został powołany Przewodniczący.

W ten sposób Fundusz Kultury Narodowej przyszedł nauce polskiej, a naszemu T-wu w szczególności z wałą pomocą materialną. Powstają jakieś ciemne moce, które nie rozumiejąc doniosłego znaczenia tego Funduszu, starają się wśród walk partyjnych go unicestwić. W gronie tych najpoważniejszych w kraju instytucyj które w ostatnich czasach stają w obronie tego Funduszu, nie powinno braknąć naszego T-wa. Mam zaszczyt prosić Walne Zgromadzenie o uchwalenie odpowiedniego wniosku w tej sprawie, jaki za chwilę będzie podany pod obrady. Czynimy usilne starania o uzyskanie odpowiedniego lokalu na pomieszczenie naszej pięknej i stale rozwijającej się biblioteki. Pomieszczenie jej dzisiejsze, mimo całej gotowości i ofiarności prof. Rogali, który odstąpił odpowiednią ubikację w Zakładzie geologicznym Uniwersytetu na rzecz naszego T-wa — jest już wprost niemożliwe! Spodziewamy się uzyskać od miasta na własność wszystkich instytucyj naukowych osobny budynek, jako „dom nauki polskiej“ we Lwowie. Towarzystwo nasze, skoro to się stanie, będzie mogło w ten sposób rozwiązać dziś nadmierne trudne zadanie pomieszczenia biblioteki oraz administracji czasopism. Nikt bardziej od Zarządu Głównego nie jest świadom niesprawności administracji naszego T-wa. Odczuwamy to przykro w ostatnich latach wskutek wzrostu naszych agend. Jeśli jednak zważy się, że administracja naszych wydawnictw odbywa się w czterech różnych miejscach, z którymi niezawsze można się porozumieć nawet telefonicznie, że jest prowadzona bezinteresownie w chwilach wolnych od normalnych zajęć naszych członków, bez pomocy jakiejś stałej służby, musi się z jednej strony usprawiedliwić jej niedomagania, z drugiej zaś przyjść do wniosku, że stan taki dłużej trwać nie może. Musimy w niedługim czasie uzyskać fundusz, umożliwiający oddanie agend administracyjnych siłom płatnym oraz scentralizować ekspedycję wydawnictw.

Były członek naszego T-wa, p. Kudełka, naraził nasze T-wo, nie mające żadnych własnych funduszków, na znaczną szkodę, która do dziś dnia wynosi około 300 zł. opłat sądowych. Czekamy na dalszy rachunek adwokatów, broniących naszej słusznej sprawy. W tej nad wyraz smutnej aferze zjawia się jako jasny promyk wyrok Najwyższego Trybunału, kasujący wyrok Sądu poznańskiego, skazujący prof. Kul-

czyńskiego, w którego obronie podjął cały świat naukowy polski energiczną akcję.

Przechodzimy do innych spraw T-wa.

Z zestawienia, które za chwilę przedłoży p. Sekretarz, wynika, że ruch odczytowy w naszych niektórych oddziałach w ostatnim okresie nieco osłabł. Najbardziej we Lwowie. Na 29 odczytów, wygłoszonych w roku przedostatnim, w ostatnim wygłoszono tu tylko 18. Ilość członków wzrosła. W roku ubiegłym notowaliśmy liczbę 1048 członków, obecnie 1885.

Do Kasy głównej T-wa wpłynęło zaledwie 75 % należnych kwot jako wkładki członków. Oddziały winny tej Kasie zatem przeszło 7.000 zł. Suma ta jest bardzo poważną w tej chwili dla Zarządu Głównego. Ostatnio musieliśmy opóźnić wysyłkę „Kosmosu“ z powodu braku gotówki na opłacenie kosztów posyłki wydawnictwa. Proszę Panów skarbników, by dołożyli wszystkich starań w kierunku wyegzekwowania należnych kwot od członków.

Kończąc moje sprawozdanie, wyrażam wszystkim Członkom Zarządu Głównego gorące podziękowanie za pomoc i współpracę nad zrealizowaniem zadań T-wa.

Panu drowi Kamińskiemu, Sekretarzowi generalnemu T-wa, który niewdzięczną pracę sekretarską w roku ubiegłym spełniał z równym zapaściem się, jak w poprzednich okresach, składam osobne podziękowanie.

II. Uchwalono przez aklamację mianować członkiem honorowym T-wa Pana Prezydenta Rzeczypospolitej, Prof. Dr. Ignacego Mościckiego.

III. *Sprawozdanie Sekretarza Zarządu Głównego dr. Marjana Kamińskiego.*

Na ostatniem Walnem Zgromadzeniu wybrano Zarząd Główny, który przedstawiał się następująco: Przewodniczący: prof. dr. J. Tokarski, zastępcy przewodniczącego: prof. J. Czekański, prof. E. Loth, prof. Wł. Szafer, członkowie Zarządu Głównego: Wł. Gębik, J. Grochmalicki, J. Hirschler, A. Jakubski, M. Kamiński, St. Kulczyński, W. Kulmatycki, J. Mydlarski, W. Nowicki, Z. Pazdro, M. Reicher, W. Rogala, E. Romer, St. Smreczyński (sen), F. Stroński, D. Szymkiewicz, W. Wypiański, I. Zakrzewski. Zastępcy członków: L. Bykowski, E. Korb, Wł. Koskowski, B. Namysłowski, G. Poluszyński, B. Rosiński.

Członkowie Komisji Rewizyjnej: J. Aleksandrowicz, A. Dudryk, St. Stobiecki, M. Świątkiewicz, S. Woyno.

Zarząd Główny ukonstytuował się, wybierając:

Redaktorem „Kosmosu-Serja A“ i skarbnikiem T-wa: prof. I. Zakrzewskiego.

Redaktorem „Kosmosu-Serja B“: prof. D. Szymkiewicza.

Delegatem do Komitetu Redak. „Przyrody i Techniki“: prof. E. Romera.

Administratorem „Kosmosu-Serja A“: prof. F. Strońskiego.
Kierownikiem Stacji Biologicznej w Drozdowicach: prof. J. Hirschlera.

Bibliotekarzem T-wa: dr. Z. Pazdrę.

Sekretarzem T-wa: dr. M. Kamińskiego.

Zarząd Główny odbył w roku sprawozdawczym dwa zwyczajne posiedzenia, a mianowicie dnia 23 listopada 1929 i dnia 22 lutego 1930, wreszcie jedno posiedzenie nadzwyczajne, poświęcone sprawie czasopisma „Wszechświat“, na którym uchwalono przejąć to pismo na własność T-wa, a redaktorem mianować doc. dr. Jana Dembowskiego z Warszawy. Ponadto odbyły się dwa posiedzenia członków Zarządu Głównego, zamieszkałych we Lwowie, z których jedno poświęcone było sprawom, związanym z wydawnictwem „Wszechświat“, drugie zwołane na wiadomość o śmierci prof. dr. Benedykta Dybowskiego.

Towarzystwo nasze reprezentowane było w Komisji dla spraw Staruni (przy Polsk. Akad. Umiejętn.) przez Prezesa prof. J. Tokarskiego, na Zjeździe Lekarzy i Przyrodników w Wilnie przez Prezesa prof. J. Tokarskiego i Sekretarza dr. M. Kamińskiego. Do Komitetu nagrody naukowej im. B. Dybowskiego z ramienia T-wa wszedł prof. D. Szymkiewicz.

Ogółem w roku sprawozdawczym wciągnięto do protokołu podawczego 528 pism, z tego wpłynęło 152, wysłano 376.

W zestawieniu ogólnem ruch członków we wszystkich Oddziałach przedstawia się jak następująco:

Oddział:	Ilość członków:	Przybyło w r. sprawozd.:
Bydgoszcz	78	10
Katowice	320	152
Kraków	252	45
Lwów	672	173
Poznań	160	26
Sosnowiec	92	21
Warszawa	268	60
Wilno	54	1
Razem	1.896	488

Ruch naukowy przedstawiał się następująco:

Oddział:	Ilość odczytów:	Ilość komunikatów:
Bydgoszcz	7	—
Katowice	3	—
Kraków	14	—
Lwów	18	6
Poznań	17	—
Sosnowiec	7	2
Warszawa	7	—
Wilno	7	—
Razem	80	8

Prócz wykładów i referatów naukowych urządzały Zarządy Oddziałów odczyty popularne i wycieczki.

IV. Sprawozdanie kasowe Zarządu Głównego za czas od dnia 1 stycznia 1929 r. do dnia 31 grudnia 1929 r.

Przychód:

1. Saldo z dnia 31 grudnia 1928 r.		4.808·83 zł.	
2. Wkładki członków:			
Oddział Bydgoszcz	1.375·— zł.		
„ Śląski, Katowice	3 820·— „		
„ Kraków	4.610·10 „		
„ Lwów	8.527·55 „		
„ Poznań	2.885·— „		
„ w Zagłębiu Dąbrowskiem Sosnowiec	1.677·— „		
„ Warszawa	3.400·— „		
„ Wilno	1.116·— „	27.410·65 „	
3. Z rachunków Oddziałów, przychód poza wkładkami:*)			
Oddział Katowice	672·25 zł.		
„ Lwów	151 67 „		
„ Poznań	202·77 „		
„ Sosnowiec	594·09 „		
„ Warszawa	202·63 „	1.823·41 „	
4. Prenumerata i sprzedaż „Kosmosu-Serja A“		637·59 „	
5. Zwroty autorów za nadliczbowe Odbitki „Kosmosu-Serja A“		2.931·34 „	
6. Procent od chwilowo lokowanej gotówki		243·86 „	
7. Dary członków na cele wydawnicze		17·— „	
8. Zasiłki na cele wydawnicze:			
Ministerstwo W. R. i O. P.	24.000 zł.		
Fundusz Kultury Narodowej	30.000 „		
Instytut Geofizyki Uuiw. J. K. (tabele liczbowe)	3.000 „		
Miasto Lwów	3.000 „	60.000·— „	
Razem		97.872·68 zł.	

*) Wyszczególnione w sprawozdaniach Walnych Zgromadzeń Oddziałów.

R o z c h ó d :

1. Wydatki Stacji Biologicznej w Drozdowicach . . .		595·79 zł.
Druk „Kosmosu-Serja A“: reszta na		
zesz. 2—3 r. 1928	7.059—	zł.
Zeszyt 4 r. 1928	7.390—	”
Na rachunek zesz. 1—2 r. 1929	20.661—	”
Klisze do „Kosmosu-Serja A“	2.473·06	”
2. Druk „Kosmosu-S. B“ zesz. 3 r. 1928	3.258—	”
zesz. 4 r. 1928 (8.000 egzempl.)	8.825—	”
zesz. 1 r. 1929	4.300—	”
zesz. 2 r. 1929	4.439—	”
Klisze do „Kosmosu-Serja B“	1.128—	”
Honorarja autorskre „Kosmosu-S. B.	2.594—	”
Firma Anczyc w Krakowie: reszta		
za I cz. Tomu Jubil.	1.946·90	”
Firma Anczyc w Krakowie: zaliczka		
na cz. II	1.500—	”
Rozsyłki i wydatki administracyjne		
„Kosmos-Serja A“	842·73	”
Rozsyłki i wydatki administracyjne		
„Kosmosu-Serja B“	1.774·68	”
3. Książnica Atlas za „Przyrodę i Te-		
chnikę“ dla członków reszta za		
rok 1928	360·75	”
na rachunek roku 1928	3.223·37	”
		3.584·12 ”
4. Druki administracyjne i propagandowe		1.183·20 ”
5. Biblioteka Towarzystwa:		
Stolarz	70—	zł.
Oprawa książek	1.519·96	”
Płatna siła pomocnicza	420—	”
Druki biblioteczne za 2 lata	644—	”
Ekspedycja wymienna	2.235·71	”
		4.789·67 ”
6. Wydatki Zarządów Oddziałów T-wa *)		
Bydgoszcz	277·85	zł.
Katowice	3.574·71	”
Kraków	669·12	”
Lwów	1.126·45	”
Poznań	462·22	”
Sosnowiec	526·85	”
Warszawa	1.462·25	”
Wilno	89·10	”
		8.188·55 ”
Do przeniesienia		18.341·33 zł.

*) Wyszczególnione w sprawozdaniach Walnych Zgromadzeń Oddziałów.

	Z przeniesienia . . .	18.341·33 zł.
7. Wydatki administracyjne Zarządu Głównego:		
	Sekretariat	545— zł.
	Skarbnik i redaktor „Kosmosu-S. A.“	75·93 „
	Druki, prowizje i manipulacje P. K. O.	113·89 „
		734·82 „
8. Koszty podróży członków zamiejsc. Zarządu Głównego i Komisji Rewizyjnej		748— „
9. Na uruchomienie wydawnictwa „Wszechświat“		5.729·20 „
	Razem	<u>93.844·99 zł.</u>

Zestawienie:

Przychód	97.872·68 zł.
Rozchód	<u>93.844·99 „</u>
Pozostałość kasowa	4.027·69 zł.

Z tej „pozornej“ pozostałości kasowej było w dn. 31 grudnia 1929.

W Kasie Towarzystwa	2.300·29 zł.
W kasie Zarządu Oddziału Bydgoszcz	111·21 „
W kasie Zarządu Oddziału Katowice	496·35 „
W kasie Zarządu Oddziału Kraków	·18 „
„ „ „ „ Lwów	56·52 „
W kasie Zarządu Oddziału Sosnowiec	479·49 „
W kasie Zarządu Oddziału Warszawa	186·59 „
W Administracji „Kosmos-Serja A“	37·27 „
„ „ „ „ B	<u>358·79 „</u>
	4.027·69 zł.

Pozostałość kasowa jednakże pozorna, gdyż w dniu 31 grudnia 1929 r. były płatne zwrócone należności, a to: w Drukarni Związkowej we Lwowie reszta za druk zesz. 1—2

r. 1929 Serja A	5.148— „
za druk zesz. 3 i 4 r. 1929 Serji B	7.102— „
część zeszytów 3 i 4 r. 1929 Serji A	
około	3.000— „
w Książnicy-Atlas reszta za „Przyrodę i Technikę“ r. 1929	1.802— „
	17.052— zł.

Zamykamy więc rok 1929 niedoborem w kwocie 13.024·31 zł.

V. Sprawozdanie Redaktora „Kosmosu-Serja A“ prof. dra I. Zakrzewskiego przyjęto do wiadomości.

VI. Sprawozdanie Redaktora „Kosmosu-Serja B“ prof. dr. D. Szymkiewicza przyjęto do wiadomości.

VII. Sprawozdanie Redaktora „Wszeczeńswiata“ dr. J. Dembowskiego przyjęto do wiadomości.

VIII. Sprawozdanie Administratora „Kosmosu-Serja A“ prof. dra F. Stronńskiego przyjęto do wiadomości.

IX. *Sprawozdanie Bibliotekarza dr. Z. Pazdry.*

W okresie sprawozdawczym praca w zakresie wymiany zagranicznej i nad rozwojem Biblioteki T-wa była naogół normalna.

Wpisaliśmy do naszej listy wymiennej 79 nowych adresów instytucji naukowych zagranicznych, tak że obecnie stała lista wymienna obejmuje 525 adresów. Należy zaznaczyć, że większa część nowowpisanych, to instytucje lub towarzystwa naukowe, które same do nas się zgłosiły z propozycją wymiany wydawnictw. Jest to oczywiście poważny skutek naszej propagandy zagranicznej.

Sprawa kompletowania posiadanych czasopism nie postąpiła wiele naprzód z powodu braku odpowiednich funduszy. W ubiegłym roku skompletowaliśmy tylko 4 czasopisma w łącznej ilości 69 tomów.

Księgozbiór nasz oczywiście stale wzrasta i to w dość szybkim tempie. W okresie sprawozdawczym wpłynęło 2635 tomów, a więc w chwili obecnej mamy ogółem 9950 tomów.

Ze względu na stosunkowo wielką ilość cennych czasopism ma Biblioteka nasza specjalny charakter. Ilość czasopism według grup jest następująca :

a) ogólnoprzyrodnicze	269
b) geologiczne	114
c) geograficzno-meteorologiczne	37
d) botaniczne	100
e) zoologiczne	107
f) antropologiczne	59
g) chemiczno, fizyczne, matemat.	8
h) różne	10

a więc razem 704. W roku ubiegłym przybyło zatem 116 nowych dla naszej Biblioteki czasopism.

Ruch w Bibliotece wyraża się w 224 wypożyczonych tomach.

W IV zeszytcie „Kosmosu-Serja B“ z roku 1929 ukazał się dalszy ciąg spisu posiadanych czasopism, obejmujący 144 tytuły.

Zostało oprawionych około 500 tomów; od trzech miesięcy z powodu braku funduszy oprawę wstrzymano.

Na umieszczenie wpływających książek sprawiliśmy 4 nowe półki.

X. *Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.*

Komisja Rewizyjna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika zebrana we Lwowie, dnia 21 lutego 1930 r. sprawdziła książkę kasową Skarbnika Towarzystwa za rok 1929, stwierdzając w przychodzie kwotę zł. 104.467·19, w rozchodzie kwotę zł. 102.466·90, z pozostałością

kasową w kasie Towarzystwa zł. 2.300·29. Ponadto komisja sprawdziła rachunki, wykazy P. K. O. książeczki oszczędności, książkę rachunkową administracji „Kosmosu-Serja A“, książkę rachunkową administracji i redakcji „Kosmosu-Serja B“, sprawozdanie rachunkowe Kierownictwa Stacji Biologicznej w Drozdowicach oraz książkę rachunkową Biblioteki Towarzystwa. Komisja Rewizyjna stwierdza zgodność ksiąg z dowodami rachunkowymi skrupulatne i prawidłowe ich prowadzenie.

Komisja stwierdza, że bilans Towarzystwa za rok 1929 wynosi po stronie wpływów zł. 97.872 gr. 68, po stronie rozchodów zł. 93.844 gr. 99, pozostałość kasowa na 1-go stycznia 1939 r. wynosi zł. 4.027 gr. 69; z sumy tej znajduje się w kasie Towarzystwa zł. 2.300 gr. 29, reszta w kasach oddziałów i administracjach czasopism.

Komisja zauważyła dużą nierównomierność w wysokości składek zebranych przez poszczególne oddziały, która waha się od 98% (Wilno) do 60% (Katowice) oraz jeszcze większą rozbieżność w sumach, wpłaconych do kasy Towarzystwa w stosunku do należnych wkładek członkowskich od 17% (Katowice) do 89,4% (Wilno).

Komisja wnosi o udzielenie Zarządowi absolutorjum i o wyrażenie podziękowania p. Skarbnikowi, prof. dr. I. Zakrzewskiemu. Wniosek ten uchwalono przez aklamację.

XI. Wybory uzupełniające skład Zarządu Głównego.

Przewodniczący zawiadamia, że zgodnie ze statutem wylosowani zostali: Kamieński, Kulmatycki, Stroński i Szymkiewicz. W ich miejsce na wniosek Zarządu Głównego wybrano: Kamieńskiego, Kulmatyckiego, Strońskiego, Szymkiewicza oraz kooptowano J. Dembowskiego, redaktora czasopisma „Wszechświat“.

Ponadto został wylosowany i ponownie wybrany zastępca członka L. Bykowski. W miejsce ś. p. zastępcy członka B. Namysłowskiego został wybrany prof. Pawłowski (Poznań). Z powodu rezygnacji prof. Lotha, zastępcą przewodniczącego wybrano prof. Konopackiego (Warszawa).

XII. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: J. Aleksandrowicza A. Dudryka, St. Stobieckiego, M. Świątkiewicza i T. Woynę.

XIII. Wnioski.

1. Uchwalono wyrazić prof. Szymkiewiczowi serdeczne podziękowanie za dotychczasową tak skuteczną pracę, związaną z redakcją i administracją „Kosmosu-Serja B“.

2. Uchwalono odbyć następne Walne Zgromadzenie w Warszawie. Gdyby jednak ze względów finansowych sprawa powyższa natrafiała na trudności, o miejscu następnego Walnego Zgromadzenia rozstrzygnie Zarząd Główny.

3. Uchwalono od r. 1931 podwyższyć wkładkę członkowską na 24 zł. rocznie.

4. Uchwalono zwrócić się z apelem do członków o składanie w bieżącym roku dobrowolnych datków na rzecz T-wa.

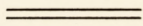
5. Uchwalono polecić Zarządowi Głównemu przygotowanie własnego projektu planu nauczania przyrodoznawstwa w szkołach średnich.

6. Uchwalono przyłączyć się do ogólnego głosu Szkół Akademickich i Towarzystw Naukowych i zgłosić uroczysty protest przeciw skreśleniu Funduszu Kultury Narodowej.

7. Uchwalono następującą rezolucję: ponieważ wyrębywanie lasów na Baraniej Górze idzie w bardzo szybkim tempie i zachodzi obawa, że przed utworzeniem rezerwatu tamże mogą one być całkiem zniszczone, Zarząd Główny poczyni starania, by wyrąb ten bezzwłocznie wstrzymano.

8. Uchwalono prosić Rząd i ciała ustawodawcze o przyspieszenie wydania ustawy o ochronie przyrody, gdyż dalsze jej odwlekanie przynosi poważne szkody nauce i kulturze polskiej.

9. Uchwalono podziękować przewodniczącemu prof. J. Tokarskiemu za trudy, położone nad rozwojem i całą Jego działalność.



**Do P. T.
Członków Towarzystwa!**

**Administracja „Kosmosu“
prosi o niezwłoczne zawiada-
mianie o wszelkich zmianach
adresu.**

KOSMOS

Czasopismo Polskiego Towarzystwa
Przyrodników im. Kopernika

WYCHODZI W DWU SERJACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE

SERJA A. ROZPRAWY

Redaktor **Prof. Dr. Ignacy Zakrzewski**, ul. Jabłonowskich 8.

SERJA B. PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH

Redaktor **Dezydery Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Administracja Serji A. **Prof. Dr. F. Stroński**, Lwów, ul. Długosza 8,

” ” **B. D. Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Dla nieczłonków prenumerata w księgarniach.

Skład główny: Książnica - Atlas Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

WSZECHŚWIAT

Organ Polskiego Tow.
Przyrodnik. im. Kopernika

wychodzi od stycznia 1930 w 11 zeszytach
rocznie w Warszawie pod redakcją **Jana
Dembowskiego** przy współdziałaniu **Ludwika
Wertensteina**

Adres redakcji i administracji: Polna 40, m. 10. P. K. O. 21.650.

Prenumerata roczna 15 zł., półrocznie 8 zł., kwartalnie 4 zł.

Członkowie Towarzystwa otrzymują czasopismo bezpłatnie.

PRZYRODA i TECHNIKA

Miesięcznik, poświęcony naukom
przyrodniczym i ich zastosowaniu

wydawany staraniem Polskiego Towarzystwa Przyrodników
im. Kopernika. Nakład Spółki Akc. Książnica-Atlas T. N. S. W.
Lwów-Warszawa.

Redaktor: **Dr. M. Koczwara**.

Adres redakcji: Katowice, Wydział Oświecenia Woj. Śląskiego.

Adres administracji: Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

P. K. O. 149.598.

Prenumerata roczna 8*40.

Członkowie Towarzystwa w r. 1930 otrzymują czasopismo bezpłatnie.