

<https://doi.org/10.15407/gpimo2020.04.049>

**М.М. Шаталов**, доктор геол. наук, ст. наук. співр.,  
провідний науковий співробітник  
ЦАКДЗ ІГН НАН України, Київ  
01054, Київ-54, вул. О. Гончара, 55-б  
E-mail: shatalov@casre.kiev.ua  
ORCID 0000-0001-8435-5586

## **ПАВЛО СТЕФАНОВИЧ ВОРОНОВ — ВИДАТНИЙ ГЕОЛОГ-ПОЛЯРНИК (до 100-річчя з дня народження)**

---

*Стаття присвячена почесному геологу-полярнику СРСР, видатному дослідникові природи, доктору геолого-мінералогічних наук, професору Павлу Стефановичу Воронову в зв'язку з 100-річчям від дня його народження. Розглянуто основні етапи життя вченого, його досягнення у вивченні геології ряду регіонів Північного Льодовитого океану. Особливо відзначено внесок вченого в дослідження геології, тектоніки, географії, геоморфології та гляціології південної півкулі нашої планети. У вивченні Антарктики П.С. Воронов був одним з першопроходців. В 40-х і 50-х роках минулого століття він брав участь в роботі першої та другої вітчизняних експедицій. Вчений виконав рекогносцирувальні геолого-геоморфологічні дослідження району обсерваторії, оазису Бангера, на основі гідрографічних вимірювань з борта експедиційного морського судна «Обь» і аналізу конфігурації антарктичного узбережжя вперше в світі встановив існування бортових розломів, розташованих навколо Східної Антарктиди. Численні польоти на літаках ІЛ-12 дозволили П.С. Воронову обстежити гірські системи Антарктиди, розташовані уздовж Південного полярного кола. Ним уточнено положення льодовика Денман і виконано комплексні геолого-геоморфологічні і тектонічні дослідження в Антарктиді. Його творчий доробок складає понад 60 наукових робіт з геології, геоморфології, гляціології і тектоніки Антарктиди, багато з яких є піонерськими і зберегли свою актуальність до теперішнього часу. Професор П.С. Воронов був широко відомий в колишньому СРСР і за кордоном своїми дослідженнями в області космо- і геодинаміки, тектоніки і планетарної геоморфології земних континентів і морських акваторій. Перу вченого належить близько 250 наукових робіт, серед яких 12 монографій. Основні праці вченого присвячені питанням закономірності морфометрії глобального рельєфу Землі, ролі ротаційних сил Землі, принципам і ролі зсувної тектоніки в структурі літосфери Землі і планет земної групи. У 2004 році Кембриджським Міжнародним Біографічним Центром ім'я П.С. Воронова було внесено в збірник «Живі легенди».*

**Ключові слова:** гірські системи, льодовики, рельєф і будова Землі, глибинні тектонічні процеси, розломи, зсувні зони.

---

Цитування: Шаталов М.М. Павло Стефанович Воронов — Видатний геолог-полярник (до 100-річчя з дня народження). *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2020. 16, № 4: 49—63. <https://doi.org/10.15407/gpimo2020.04.049>

Народився доктор геолого-мінералогічних наук, професор Павло Стефанович Воронов 25 лютого 1920 р. в Білорусі. У 1938 р. вступив до Ленінградського гірничого інституту. Роки навчання П.С. Воронова в гірничому інституті збіглися з війною. З першого до останнього дня війни Павло Стефанович брав участь в підготовці офіцерських кадрів артилеристів, брав участь в бойових операціях на фронті. На війну був покликаний рядовим, а демобілізувався — в званні капітана. Нагороджений багатьма орденами і медалями. Воронову П.С. було запропоновано продовжувати воєнну кар'єру, але Павло Стефанович віддав перевагу вивченню геології. Після закінчення Гірничого інституту, отримавши диплом гірничого інженера-геолога (1948), працював науковим співробітником в геологічному інституті Арктики (НІГА), а після захисту кандидатської дисертації в 1952 році перейшов на викладацьку роботу в Ленінградський гірничий інститут. У 1970 р. П.С. Воронов захистив докторську дисертацію, і в 1972 р. отримав звання професора. Викладав студентам Гірничого інституту цикл геологічних дисциплін з геотектоніки, структурної, морської і регіональної геології. Завдяки його старанням в Гірничому інституті було відкрито нову кафедру структурної та морської геології, якою Павло Стефанович завідував з 1970 по 1995 рр., де вперше було організовано підготовку інженерів — морських геологів.

Професор П.С. Воронов був широко відомий в колишньому СРСР та за його межами своїми численними дослідженнями в різноманітних, але тісно пов'язаних областях наук про Землю — геології, географії, гляціології, літології, палеонтології, стратиграфії, геохімії. Однак, найбільший науковий внесок, на наш погляд, він вніс в область тектоніки і планетарної геоморфології земних континентів і морських акваторій. У 40-х і 50-х роках минулого століття він брав участь в польових геологічних дослідженнях — спочатку в Арктиці (Таймир, Югорський півострів), а в подальшому був учасником і першопроходцем першої і другої експедицій в Антарктиці.

У січні 1956 р. на льодовому континенті південного полюсу нашої планети висадилися численна (425 чоловік) перша континентальна антарктична експедиція АН СРСР під керівництвом героя СРСР Михайла Сомова, і 13 лютого над першою радянською антарктичною станцією Мирний було піднято прапор. В кінці того ж року першу експедицію змінила друга, яка була організована напередодні Міжнародного геофізичного року. До неї входили як сезонні, так і зимуючі в Антарктиці науково-дослідні загони. Організація експедиції була доручена відділу морських експедиційних робіт АН СРСР, який очолював Іван Дмитрович Папанін, спільно з головним управлінням Північного морського шляху. Основними науковими завданнями експедиції були вивчення атмосферних процесів в Антарктиді і їх участь в загальній циркуляції повітряних мас, виявлення закономірностей в переміщеннях антарктичних вод, льодовиків і фізико-географічний опис регіону, що включає і його геологічну характеристику. 25 лютого літак з Мирного побував в районі Південного геомагнітного полюсу, де планувалося створити станцію «Схід». На початку березня відбувся черговий розвідувальний політ в зону, де намічалася побудувати станцію «Радянська». На початку квітня з Мирного вглиб континенту вийшов перший санно-тракторний поїзд, який пройшов більше 370 км за місяць і було відкрито внутрішньоконтинентальну станцію «Піонерська». Це була перша в світі внутрішньоматерикова антарктична станція. У жовтні на схід від Мирного на узбережжі створено ще одну базу — «Оазис».

Павло Стефанович Воронов зимував в якості геолога першої зміни Обсерваторії Мирний і виконав рекогносцирувальні геолого-геоморфологічні дослідження району обсерваторії, оазису Бангера і нунатаків Снайдер. Ще в 1955 р. П.С. Воронов на основі аналізу конфігурації антарктичного узбережжя висловив припущення про існування бортових розломів, розташованих навколо Східної Антарктиди. У 1956 р. А.В. Живаго і А.П. Лісіцин довели цю тектонічну гіпотезу П.С. Воронова шляхом гідрографічних вимірювань з борта експедиційного морського судна «Обь» в зоні материкового схилу в районі Мирного. Навесні 1956 р. П.С. Вороновим обстежені оазиси Грірсон і Лангенесет, що розташовані в 700—800 км по обидва боки від берега Правди, де була розташована станція Мирний. Геологи Л.В. Клімов і П.С. Воронов в горах Амундсена і Сандаду (150 км вглиб узбережжя) відкрили відкладення верхньопротерозойської світи строкатих метаморфізованих аргілітів, пісковиків і конгломератів косога залягання. Численні польоти на літаках ІЛ-12 дозволили П.С. Воронову з колегами обстежити гірські системи, зокрема гори Страткона, розташовані уздовж Південного полярного кола, уточнити положення льодовика Денман. Комплексні геолого-геоморфологічні і тектонічні дослідження, виконані П.С. Вороновим в період Першої експедиції в Антарктиду, показали високий рівень геологічних робіт того часу.

У лютому 1959 р. співробітники Інституту геології Арктики М.Г. Равич, П.С. Воронов, Л.В. Клімов і Д.С. Соловійов вперше досліджували східну частину гір на Землі Королеви Мод між  $90^{\circ}25'$  і  $180^{\circ}37'$  сх. д. і  $71-72^{\circ}$  пд. ш. на відстані 330 км, а також оазис Ширмахера, що знаходиться в місці зчленування корінного берега з шельфовим льодовиком.

П.С. Вороновим опубліковано не менше 60 піонерських наукових робіт з проблем Антарктиди і навколишніх морських акваторій. Серед них відзначимо: *Предварительные данные о геологическом строении района советской южнополярной обсерватории Мирный* (1957); *Об одной возможности определения главных особенностей рельефа континентального склона и шельфа Антарктиды* (1957); *К геоморфологии Восточной Антарктиды* (1958); *Новые данные по геоморфологии Восточной Антарктиды* (1958); *Каменные узоры* (1958); *Краткая физико-географическая характеристика района южнополярной станции Лазарев* (1959); *О проявлении изостазии в Гренландии и Антарктиде* (1959); *Снежный «вулканизм»* (1959); *Симметричная секториальность распределения главных форм макрорельефа Арктики и Антарктиды в связи с глыбовой неотектоникой Земли* (1959); *О предполагаемой зоне погребенных глыбовых структур Восточной Антарктиды между Южным полюсом и Олаф Прюде* (1959); *Трансконтинентальная глыбовая структура Центрального сектора Восточной Антарктиды* (1959); *Облака — разрушители гор Антарктиды*, (1960); *О структуре Антарктики* (1960); *Некоторые черты геоморфологии Антарктиды* (1960); *Опыт реставрации ледникового щита Антарктиды эпохи*



Павло Стефанович Воронов  
(25.02.1920 — 26.02.2006)

максимального оледенения Земли (1960); Схема новейшей тектоники Антарктиды (1960); О вероятности влияния ротационных сил Земли на размещение крупных мезокайнозойских разломов Арктики и Антарктики (1960); Гофрировка в ледяном панцире Антарктиды (1961); Абсолютный возраст пород и структура Антарктиды (1961); О роли морфоструктур Арктики и Антарктики в выяснении некоторых закономерностей структурного плана Земли (1961); О четвертичных отложениях Антарктиды (1961); Главные итоги геоморфологических наблюдений в Первой советской антарктической экспедиции (1961); О ротационных тангенциальных напряжениях литосферы Земли (на примере морфоструктурных закономерностей Арктики и Антарктики) (1962); О зависимости морфоструктурного плана Арктики и Антарктики от ротационных сил Земли (1962); О возможном влиянии ротационных сил Земли на морфоструктуры Арктики и Антарктики (1962); Некоторые проблемы криотектоники Антарктиды (1963); О проблеме асейсмичности Антарктиды и Гренландии (1963); Ледяные «растения» Антарктиды (1963); Черный лед в Антарктике (1963); Опыт анализа соотношения площадей, высот и скорости денудации континентов (1964); К методике палео- и меллогеографического воссоздания морфометрии материков и покровных оледенений (1964); Взрыв антарктической наледи (1964); Волны антарктического припая (1964); О геологической природе соотношения основных морфометрических характеристик континентов Земли (1964); О размерах Антарктиды и характере ее денудации (1964); Общие закономерности ротационных региональных диаклаз Арктики и Антарктики (1964); О проблеме структуры Арктического бассейна и глобальных сдвиговых зонах Земли (1964); Криотектоника и ее роль в гляциологии и геологии (1964); Об особенностях пространственного соотношения континентальных плит (1965); Анализ максимальных высот и площадей тектонических областей континентов (1965); Мегарельеф Земли и ее некоторые глобальные процессы (1965); Морфометрический анализ мегарельефа как индикатор некоторых процессов в недрах Земли и других планет ее группы (1965); Биполярность закономерностей гипсометрии блоков континентальной коры и распад Гондваны (1965); Антарктида и проблема распада Гондваны (1967); Мобилистская реконструкция палеогеографии Гондваны (1968) та інші.

Великий фактичний матеріал, особисто зібраний П.С. Вороновим на протилежних півкулях Землі, і постійне прагнення до аналізу і синтезу привели вченого до ряду оригінальних узагальнень, що стосуються будови Арктики, Антарктиди а пізніше — закономірностей формування вигляду нашої планети і глибинної її будови. В молоді роки він широко використовував методи геоморфології та морфометрії, безліч розрізаних фактів пов'язав в єдину досить струнку концепцію, яка пояснила особливості мегарельєфу Землі — її континентів і океанів. Ці дослідження дозволили П.С. Воронову встановити певну систему в усьому глобальному рельєфі Землі, знайти нові морфометричні докази реальності існування палеозойських мегаконтинентів Лавразії і Гондвани. Аналіз геологічної будови, геоморфології та тектоніки Антарктиди привів ученого до обговорення у пресі закономірностей формування південнополярних океанів і морів, з'ясування проблеми становлення і розпаду гондванського мегаконтиненту. Зокрема, П.С. Воронов запропонував механізм розпаду мегаконтинента Гондвани: «Середина палеозоя после общей консолидации гигантского квазикратона Гондваны под ним начали развиваться восходящие токи вещества мантии, определившие собой местный разогрев субстрата и образование обширного сводового вздутия земной ко-

ры. Это вздутие имело в плане овальную форму с длинной осью субмеридионального простиранья и вершиной в районе центральных областей мегаконтинента. Образование гигантского свода в центре Гондваны неизбежно повлекло за собой отток субстрата от периферических частей мегаконтинента и создало в них все необходимые условия для формирования обширного кольца компенсационных низменностей. Одновременно с развитием свода его поверхность покрывалась сложной радиально-концентрической сетью трещин. На их основе в силу имевшейся структурной предрасположенности к середине мезозоя развилась система глубинных разломов, разорвавших периферию квазикратона Гондваны на целый ряд самостоятельных глыб континентальной коры, которые явились в дальнейшем остовами для членов современного семейства южных материков. По мере удаления от центральных областей Гондваны восходящие токи вещества мантии испытывали все большее центробежное отклонение в сторону краевых частей материка, так как там под более тонкой океанической корой происходило охлаждение вещества субстрата и образование нисходящих токов. В результате по мере удаления от центра этого праматерика и соответственно центра его гигантского сводового поднятия под воздействием развивающейся таким образом конвекции вещества мантии периферические части Гондваны начали испытывать все более и более сильные центробежные устремления. И к середине мезозоя, когда упомянутая выше сеть внутрикоровых глубинных разломов Гондваны окончательно сформировалась, разделенные ими глыбы праматерика начали свой центробежный дрейф. Он проходил в полном соответствии с величинами масс коры возникших осколков мегаконтинента, что находит сейчас отражение в соответствующем равновесии расстояний между центрами тяжести их континентальных плит. В процессе дрейфа вполне могли произойти некоторые перемещения по региональным сдвигам островных глыб Новой Гвинеи, Цейлона и Тасмании. Однако Африка, приспособившаяся, как мы отмечали, фигуру своей континентальной плиты к длинной оси свода Гондваны, не смогла сколько нибудь значительно изменить своего местоположения, поскольку основная часть ее площади попала в район «мертвого круга» равновесия векторов внутримантийных сил, растягивающих ее кору. «Парусность» Северной Африки, находящейся за пределами «мертвого круга», оказалась слишком малой, а наметившаяся к отколу по линии Камерунских разломов глыба Северо-Западной Африки была сразу же фиксирована напором с севера масс континентальной коры Европейского материка. Приблизительно то же испытала со стороны Азии и глыба Аравии. Вывод о вероятной практической неподвижности Африканской глыбы имеет существенное значение для рассмотрения проблемы дрейфа осколков Гондваны. С позиции механики, он позволит также в дальнейшем внести соответствующие коррективы в прежние представления. Вероятно, также с помощью механики удастся объяснить и отмеченную выше особенность в отношении направления поворотов осколков Гондваны, испытывавших центробежный дрейф. Прежде всего потребуется установить причины поворотов по часовой стрелке глыб Южной Америки и Антарктиды» [1, с. 91].

Своїми дослідженнями в 60-і роки ХХ століття П.С. Воронов на новому рівні геологічних матеріалів фактично підтвердив гіпотезу мобілізму материків, раніше запропоновану А. Вегенером. Ставши в ряди мобілістів, він потім вивчав закономірності розломної тектоніки не тільки Арктики, Антарктики, але і інших континентів. Зокрема, ним було проведено аналіз планетарної тріщинуватості, великих лінеаментів і зсувних зон Землі. З позицій мобілізму П.С. Воронов роз-

глянув існуючу проблему полюсобіжних сил і ротаційної динаміки Землі, підкреслив структурні відмінності і геологічні особливості північної та південної півкуль, а також вивчав зсувні зони Землі.

В результаті проведених досліджень він з'ясував, що характер зміни середніх висот і середніх глибин континентів і океанів цілком визначається процесами ізостатичного вирівнювання блоків земної кори і залежить від геофізичних властивостей її континентального і океанічного типів. З позицій ізостації стало очевидним, що чим більше континент, тим у нього товща земна кора, тим вище материкова брила спливає над субстратом і тим більше середня висота його рельєфу. У блоків океанічної земної кори спостерігається зворотна картина. За П.С. Вороновим перевищення максимальних значень середніх висот континентів над мінімальними середніми глибинами океанів, що дорівнює 5 км, мабуть, є величина, близька до граничної, бо криві, що відображають зміну середніх висот континентів і середніх глибин океанів, наближаються до параболи і, отже, висловлюють собою процеси, які відчувають насичення. У зв'язку з цим за існуючих умов середня товщина значних за розміром блоків континентальної земної кори не може бути більше 50 км, а океанічної — 6 км. Найменша середня потужність великого по площі автономного блоку континентальної земної кори, для того, щоб він височів над рівнем океану, повинна бути рівною 33 км. Цю закономірність необхідно постійно враховувати при класифікації островів і виділяти в якості їх основних типів острова на континентальній або океанічній земній корі. Зміна товщини земної кори в залежності від площі материків контролюється різким розходженням будови двох її основних типів і, залежною від подібної диференціації, зміною глибинних теплофізичних і петрологічних процесів під ними. Ті ж процеси контролюють не тільки відмінність потужностей астеносфери під континентами і океанами, але й відмінність її потужностей під різними за величиною материками.

На думку вченого, астеносфера є хоч і неоднорідною, але, ймовірно, має єдину оболонку всередині верхньої мантії, яка в силу своєї підвищеної пластичності грає важливу роль в глобальній ізостації, тангенціальному зміщенню континентальних брил земної кори, в приливоутворюючих і інших найважливіших загальнопланетарних процесах. Важливо при цьому враховувати, що сумарна потужність твердого шару мантії і земної кори, що залягають над астеносферою, в 6 разів менше середньої потужності самої астеносфери. У зв'язку з цим, якщо навіть тверда земна кора помітно реагує на приливоутворюючі сили, то тим більш імовірно, що аналогічні явища повинні спостерігатися і в астеносфері.

Аналіз деяких параметрів континентів дозволив П.С. Воронову виділити в їх складі два сімейства, представлені північними (Європа, Північна Америка та Азія) і південними (Австралія, Південна Америка, Африка та Антарктида) материками. Ці два сімейства континентальної земної кори чітко відокремлюються один від одного приростом довжини своїх узбережь, змінами величини середніх висот, площами шельфових зон, геофізичними властивостями, закономірностями розміщення центрів тяжіння материкових плит щодо градусної мережі та ін. Всі геоморфологічні відмінності макрорельєфу континентів добре підтвердили відомі геологам уявлення про існування в минулому двох гігантських праматериків (Лавразії і Гондвани) і, отже, біполярний хід розвитку континентальної земної кори, а також можливість горизонтального дрейфу її великих блоків. При

цьому встановлено, що площі північних материків і окремих блоків земної кори закономірно нарастають в залежності від площі цих материків, а площі південних материків аналогічним чином скорочуються. Цей факт найприродніше пояснюється порівняно недавнім відокремленням південних континентів в якості самостійних брил континентальної земної кори, і тим, що ці брили відколювалися з цілком певних місць палеоконтинента Гондвани з усталеними характерними особливостями макрорельєфу і геологічної структури — перш за все з гігантського підняття, яке займало перед початком розпаду цього праматерика більшу частину його площі. Що ж стосується закономірності, що спостерігається у відстанях між центрами тяжіння континентальних плит земної кори суміжних південних материків, і зводиться до тенденції типу пропорційної залежності цих відстаней від площ (мас) континентальних плит, то вона вказує на існування певної рівноваги. Передбачається, що в рівновазі такого роду кінцевий результат залежить від тангенціальних перемішень осколків Гондвани під впливом підкорових сил. Як припускають неомобілісти, це результат силового впливу з боку конвекційних струмів речовини мантії.

Разом з тим, внутрішньомантійний мобілізм такого роду, на думку П.С. Воронова, слід відрізнити від внутрішньокорового мобілізму, представленого в межах літосфери насамперед різною протяжністю зсувних тектонічних порушень Землі. Останні можуть розвиватися в земній корі не тільки під впливом всередині мантійних сил, але також і під впливом енергії, властивої самим брилам літосфери в результаті трансформації ротаційних сил Землі і формування при цьому ламінарного тангенціального пластичного зсуву речовини літосфери, що визначається явищем його повзучості в масштабах геологічного часу. Крім того, однією з важливих похідних ротаційних сил Землі є так звані полюсобіжні сили, які тангенціально впливаючи на континентальну земну кору протягом сотень мільйонів років в одному і тому ж напрямку призводять за допомогою зсувних деформацій до серйозних деструктивних процесів, яскраво виражених в макрорельєфі Північної Америки, Азії, дна Атлантичного, Тихого й Індійського океанів. Ймовірно, впливом тих же полюсобіжних сил необхідно пояснювати і виникнення специфічних острівних дуг між Азією і Австралією, Південною Америкою і Антарктидою, Південною Америкою і Північною Америкою. Іншим проявом ротаційних сил в структурі і макрорельєфі літосфери Землі є наявність в сітці планетарної тріщинуватості шести головних систем, симетрично розташованих відносно меридіанів і широт. Так само розвиваються численні скиди і зрушення, чітко виражені в макрорельєфі і структурі літосфери. Ця загальнопланетарна сітка розривних порушень постійно використовується для розрядки планетарних, регіональних і місцевих тектонічних напруг літосфери, що визначають собою структурний розвиток окремих ділянок нашої планети.

У сучасному рельєфі Землі, за П.С. Вороновим, можна спостерігати цілий ряд вельми протяжних прямих ліній, виражених в плані обрисів узбережь великих материків, гірських ланцюгів, річкових долин і вододілів. Польові спостереження показують, що переважна більшість таких спрямлених ліній планетарного рельєфу мають диз'юнктивну природу. Ступінь ймовірності диз'юнктивного походження цих ліній зростає в прямій відповідності зі збільшенням їх довжини, бо екзогенні фактори морфогенезу в силу своєї мінливості не в змозі створювати досить протяжні прямолінійні утворення рельєфу. Отже, найбільш вирішаль-

ними факторами морфогенезу є внутрішньокорові напруги, які проявляються в сучасному рельєфі у вигляді різного роду тектонічної тріщинуватості твердої оболонки Землі. Чітка прямолінійність оро- і гідрографічних ліній рельєфу планети не залишають сумнівів в тому, що вони пов'язані з такими розривами суцільності її кори, які мають круте, близьке до вертикального падіння. Ці диз'юнктивні порушення можуть бути представлені як тріщинами розтягування без зміщення по ним блоків земної кори, так і активними розломами з різними знаками руху їх крил — скиди, зсуви, підкиди, скидо-зсуви та ін. Можна сміливо стверджувати, що основні риси сучасного планетарного рельєфу є значною мірою сумарним ефектом прояву тріщинуватості земної кори. Оскільки згадані оро- і гідрографічні лінії чітко виражені в сучасному рельєфі, то це переконливо доводить їх молодість і, отже, в більшості випадків найтісніший зв'язок з новітніми тектонічними рухами земної кори. При цьому неотектонічні процеси можуть бути обумовлені як регіональними, так і загальнопланетарними причинами. Цілком очевидно, що чим довші розриви земної кори, чим в меншій мірі вони залежать від особливостей будови найбільш великих геоструктурних елементів (платформ, гір, складчастих зон, континентів і океанів), тим більше ми маємо підстав стверджувати, що такі розломи пов'язані з явищами, що охоплюють всю Землю в цілому. Це твердження буде виглядати більш достовірно, якщо вдасться довести, що в простяганнях згаданих розривів кори є цілком певна система, властива всій планеті як єдиного цілого. Вчення про лінеamenti і планетарну тріщинуватість останнім часом тісно переплітається з вченням про глибинні розломи і планетарну мережу розривних порушень, що розбивають літосферу Землі на сукупність полігональних брил (блоків).

У зв'язку з цим, на прикладі арктичних регіонів розглянемо спочатку фактичний матеріал, який свідчить на користь реальності існування ортогональної системи лінеamenti. Розломи субмеридіонального орієнтування в північній півкулі контролюють простягання східних схилів Уралу і східного узбережжя Гренландії, східного та західного узбережжя півострова Ямал, розриви, що визначають собою орієнтування прямолінійних ділянок долин річок Печори, Обі, Пура, Пясини, Єнісею, Лени, Яни, Омолон та інших річок. Серед меридіональних розривів слід згадати Єнісейський розлом, що відокремлює підняття Середньо-Сибірського плоскогір'я і Західного Таймиру від великих занурень Західно-Сибірської низовини, Котуйсько-Нижньотаймирський і Анабарський розломи Середньо-Сибірського плоскогір'я і Таймиру, розломи грабена Шокальського на Північній Землі. Вплив меридіональних розривів земної кори безумовно позначається і на обрисах багатьох проток і узбережь Канадського архіпелагу.

Дуже чітко в рельєфі і структурі Арктики виражені також широтні і субширотні розломи. Їм підпорядковані уступи і лінії узбережжя Західного Таймиру, Ямалу, Гренландії і північного узбережжя острова Врангеля. Численні розриви цього напрямку визначають обриси північної межі Середньо-Сибірського плоскогір'я і південної межі гірської області Таймиру, проток Ланкастер, Мелвіл і Мак-Клур в Канадському архіпелазі, протоки Вилькицького між Таймиром і Північною Землею, випрямлені ділянки річкових долин — в низов'ях Обі і Пясини, в верхів'ях Хети та ін. Меридіональні і широтні розриви мають значну протяжність, велику глибину залягання, зазвичай пов'язані один з одним і мають складну радіально-концентричну мережу навколо північного географічного полюса.



За даними П.С. Воронова, аналогічна радіально-концентрична мережа розломів земної кори існує також і навколо південного географічного полюса в Антарктиці. Субмеридіональні і меридіональні розриви великої протяжності підкреслюються тут поясами глибових гір Великого антарктичного горсту на Землях Вікторії і Котса, а також в центральних секторах Східної і Західної Антарктиди, обрисами морів Росса, Уедделла і Амудсена, блоковими структурами підводних піднять і жолобів, грабенем льодовика Ламберта, а також цілим рядом фіордів і западин південнополярного материка. Широтні і субширотні розломи визначили собою обриси всього континентального схилу Антарктиди, внутрішньошельфового жолобу Лазарева і великої системи глибових гір, що оперізують все узбережжя Східної Антарктиди. Розриви зазначеного орієнтування добре проявлені також в концентричності розташування великих глибоководних улоговин (Африкано-Антарктичної, Австрало-Антарктичної і Беллінсгаузена), оперізують на океанічному дні далекі підступи до південнополярного континенту. При цьому приполярна радіально-концентрична система розривів в Антарктиді виражена не менш чітко, ніж в Арктиці. Отже, обидва полюси Землі дійсно є своєрідними центрами симетрії найбільш протяжних і чітко виражених розломів земної кори в Арктиці й Антарктиці.

Розломи ортогональної системи, на думку П.С. Воронова, далеко виходять за межі полярних кіл і охоплюють всі міжполярні зони Землі, що свідчить про єдину загальнопланетарну закономірність. Меридіональне простягання в цілому має зона Східно-Африканських глибинних розломів, довжина якої дорівнює одній п'ятій окружності нашої планети. Розриви меридіонального напрямку також витримують екстраполяцію за межі полярного кола. Зокрема, продовження системи меридіональних розломів підводного хребта Ломоносова проглядається на північному борту Охотського моря і простежується на південь у вигляді глибинного розлому Татарської протоки, що відокремлює мезозойські структури Сіхоте-Аліня від кайнозойських структур Сахаліну. Далі на південь ця меридіональна зона розривів земної кори проходить через острова Хоккайдо і Хонсю в напрямку о. Бонії. Система розломів підводного хребта Ломоносова простежується також по узбережжю Землі Елсмір на Канадському архіпелазі і далі через північний полюс до широти південного узбережжя о. Хонсю на архіпелазі Японських островів. Системи розломів меридіонального орієнтування також досить чітко проявлені на прикладі трансформних розломів і тріщин Серединно-Атлантичного підводного хребта, а також підводного хребта Індійського океану. Що стосується глибинних розломів широтного напрямку, то вони чітко відслідковуються не тільки у високих, але і в середніх і низьких широтах. Досить згадати про сейсмогенні розломи в Монголії довжиною понад 500 км, що збігаються з 50° пн. ш., а також про широтні розриви Середземноморського і Гвінейського узбережжя Африки, широтну ділянку 6000-кілометрової тріщини земної кори вздовж Африкано-Антарктичної і Австрало-Антарктичної підводних височин, північне і південне узбережжя півостровів Мала Азія, Піренейського тощо. Планетарне значення мають субширотні глибинні розломи довжиною до 5000 км, встановлені в північно-східній частині Тихого океану. У південній частині Тихого океану встановлені розломи Сала і Гомець протяжністю близько 4000 км. Системи розломів широтного орієнтування виявлені також в приекваторіальній частині Атлантичного підводного хребта.

Досліджуючи залежність систем діагональних тріщин від напрямку меридіанів, П.С. Воронов вважав, що всі такого роду системи тріщин генетично обумовлені змінами поля напруги літосфери під впливом ротаційних сил Землі. Немає ніякого сумніву в тому, що визнання провідної ролі ротаційних сил у формуванні мережі планетарної тріщинуватості має наукове підґрунтя. Під впливом ротаційних, гравітаційних, приливних, а також внутрішніх і підкорових сил літосфера Землі постійно перебуває в напруженому стані. На короткочасні напруги Земля відповідає не як рідке, а як тверде тіло. При цьому найбільш напруженими є її верхні шари (до 20 км), нижче них речовина літосфери під впливом високої температури і тиску надр має підвищену здатність до пластичних деформацій. У твердому верхньому шарі земної кори під дією ротаційних і інших сил виникає геометрично правильна сітка поверхонь ковзання, симетрично орієнтована щодо головного вектора сил, що викликають ці деформації. Малюнок такої сітки досить близький мережі діагональних лінеаментів, які спостерігаються в природі. Як вже зазначалося вище, статистичний аналіз виявляє шість систем простягання лінеаментів з середніми значеннями азимутів: 270 (90), 305, 325, 360 (0), 35 і 55°. На думку П.С. Воронова, системи із середніми азимутами 315 і 45°, що виділяються деякими дослідниками, є швидше за все похідними (середньоарифметичними) систем 305—325 і 35—55°, а головними є саме 6 перерахованих систем. При цьому система 305о симетрична щодо меридіана системі 55°, а система 325° — системі 35°. Ці дві пари діагональних систем розломів слід вважати генетично взаємопов'язаними одна з одною.

Розглядаючи питання про співвідношення орто- і діагональних систем лінеаментів, П.С. Воронов зазначав, що якщо найбільші з субширотних і субмеридіональних розривів (ортогональні системи) вимірюються по протяжності сотнями і тисячами кілометрів (розломи північно-західної частини Тихого океану, Середньо-Атлантичний розлом, Уральський глибинний розлом та ін.) і зустрічаються нечасто, то чисельність розривів в межах діагональних систем принаймні на порядок, а то й на два, більше. Однак такого роду розломи поступаються за своєю протяжністю ортогональним розривам також на порядок. Польові спостереження показують, що діагональні розривні порушення вимірюються десятками і сотнями кілометрів. Таким чином, ортогональні системи розривів краще виражені в геоструктурі земної кори якісно, а діагональної — кількісно. На Землі не існує діагональних розривів, рівних по довжині глибинним розломам Мендосино, Муррей та іншим складовим ортогональної системи.

На підставі перерахованих фактів П.С. Воронов висунув свою гіпотезу розвитку лінеаментів Землі. У загальному вигляді вона виглядає так: *«Географические полюса практически не меняли своего положения на протяжении последних 150 млн. лет и, следовательно, напряженный слой литосферы должен был бы испытать за этот отрезок геологического времени миллиарды меридионально направленных тангенциальных сжатий и растяжений за счет короткопериодических и скачкообразных изменений скорости вращения Земли, а также приливных деформаций ее фигуры. Несмотря на относительную слабость, огромное число таких напряжений создавало исключительно благоприятные условия для постепенного развития явления усталости в напряженном слое литосферы, представляющем собой не более чем пленку по сравнению с гигантскими размерами планеты. Эти явления усталости, накапливавшиеся в условиях сравнительно стабильного (относительно географич-*

ческих полюсов планеты) суммарного поля ротационных тангенциальных напряжений, и привели в конце концов к возникновению той геометрически правильной сети планетарной трещиноватости, которая практически повсеместно проявляется сейчас на поверхности Земли в виде линеаментов. Напряжения меридиально направленного тангенциального сжатия порождали системы с простиранием по средним азимутам  $325$  и  $35^\circ$  и углом между этими направлениями в  $70^\circ$ , а напряжения аналогично ориентированного растяжения создавали системы с простиранием по средним азимутам  $305$  и  $55^\circ$  и соответственно углом в  $110^\circ$ . Одновременно с этим в напряженном слое литосферы развивались в ортогональные системы линеаментов с азимутами  $360^\circ$  ( $0^\circ$ ) и  $270^\circ$  ( $90^\circ$ ). Следует еще раз подчеркнуть, что если ортогональные системы лучше всего представлены в геоструктуре качественно, то диагональные — количественно. Объяснение этому факту следует, очевидно, искать в относительно большой стабильности пространственной ориентировки векторов напряжений, порождающих ортогональные системы, по сравнению с векторами диагональных систем. Кроме того, большому развитию диагональных систем линеаментов в центральных областях Азии и Северной Америки, по-видимому, немало способствовали и так называемые полюсобежные силы. С точки зрения сказанного нами в отношении генезиса значений углов в  $70$  и  $110^\circ$  между направлениями диагональных систем линеаментов понятнее становится и причина присутствия этих углов в талассо- и геократических секторах полярных областей, сопряженных, как мы видели, с большой и малой экваториальными осями трехосного эллипсоида Земли. Дело в том, что согласно В.А. Магницкому, «геоид лучше может быть представлен не эллипсоидом вращения, а трехосным эллипсоидом с большой осью, выходящей в Тихий океан. Между тем, как указывалось, фигурой равновесия для Земли является сфероид. Естественно, что трехосность должна создавать напряжения в теле Земли, так как массы ее стремятся «растечься» из области Тихого океана, чтобы принять форму фигуры равновесия. По подсчетам Джефриса, трехосность, выражаемая формулой Хейсканена, создает напряжения порядка  $2 \cdot 10^7$  дин/см<sup>2</sup>». В соответствии с приведенной цитатой следует ожидать, что в пределах талассократических секторов литосферы должны наблюдаться меридионально ориентированные стрессы сжатия, а в геократических — стрессы растяжения. В силу этих же причин между ротационно обусловленными трещинами скалывания литосферы в них соответственно должны доминировать углы в  $70$  и  $110$ . Именно это явление мы, вероятно, и наблюдаем в упомянутых секторах. Вместе с тем между рассматриваемыми секторами взаимонаправленные тангенциальные напряжения должны обуславливать возникновение глобальных систем левых и правых сдвигов. Относительно времени зарождения планетарной трещиноватости в слоях осадочных горных пород и о взаимоотношении между линеаментами и сдвиговой тектоникой Земли необходимо сказать следующее. По мнению автора, микро и макродислокации вещества литосферы могут переходить из категории слепых в категорию открытых трещин, а следовательно, и быть наиболее хорошо выраженными в рельефе лишь на стадии эпигенеза, а не диагенеза осадочных пород, поскольку порождающие такие трещины упругие силы могут свободно развиваться в окончательно затвердевшем осадке. Что касается проблем сдвиговой тектоники, то следует всемерно развивать это очень перспективное направление исследований» [1, с. 47].

П.С. Воронов висловив також свої оригінальні ідеї щодо характеру локалізації глобальних зсувних зон навколо Тихого океану. Він показав, що ос-

новні закономірності в орієнтуванні глобальних зсувних зон та напрямів зсувів по ним зумовлюються тривісністю фігури нашої планети. Відповідно до його концепції в північній півкулі Землі уздовж американського узбережжя Тихого океану повинна існувати зона регіональних правих зрушень, а вздовж азіатського узбережжя Тихого океану — зона регіональних лівих зрушень. Крім того, згідно з тією ж концепцією, великі регіональні зрушення правого спрямування повинні спостерігатися в північній півкулі в секторі  $50\text{--}70^\circ$  сх. д. (Урал, Середня Азія, Іран), а зрушення лівого спрямування в секторі  $20\text{--}40^\circ$  зх. д. (Атлантика). Саме в зазначених секторах північної півкулі відбувається розрядка тектонічних напруг літосфери, що виникають в результаті прагнення тривісного еліпсоїда Землі, що обертається, придбати більш стійку фігуру двовісного еліпсоїда обертання. Панування правих зсувних зон на американському узбережжі Тихого океану до теперішнього часу не викликає сумнівів. Геологами тут вивчені серії великих правих зрушень Сан-Андреас, Феруєтер і багатьох інших. На азіатському узбережжі в 60-ті роки минулого століття вченими різних країн були описані гігантські ліві зрушення Сіхоте-Аліня, Тайваню, Філіппінських островів, які є продовженням одне одного. Якщо врахувати, що є вказівки на існування аналогічних зрушень на південному сході півострова Корея, в Японії і на північному сході РФ, то можна вважати, що всі згадані регіональні зрушення складають єдину глобальну зону лівих регіональних зрушень, що простягається уздовж азіатського узбережжя Тихого океану від Філіппінських островів до Берингового моря. На особливу увагу заслуговує орієнтування і порядок наростання радіусів головних острівних дуг, розташованих поблизу глобальної зсувної зони Тихого океану. Аналіз структур регіону свідчить про те, що радіуси головних східноазіатських острівних дуг закономірно збільшуються в північно-східному напрямку відповідно до напрямку руху уздовж океанічного крила розглянутої зсувної зони. Тому, що саме в цьому напрямку відбувається накопичення тангенціальних напружень в регіональних ділянках літосфери Тихого океану, можна припустити, що такого роду рух мас в умовах перехідної зони між континентальною та океанічною землею корою цілком могло викликати ті конічні тріщини-відколи, з якими пов'язані структури місцевих острівних дуг японської групи. Формування японської групи дуг можна пояснити також стисненням в меридіональному напрямку, чинному на додаток до просування дуг на схід. З урахуванням напрямку руху мас океанічного крила Північно-Тихоокеанської зсувної зони в Беринговому морі в районі, трохи південніше Чукотського п-ова, ми можемо спостерігати найбільший розвиток тангенціальних напружень земної кори. Ймовірно, з цією обставиною пов'язані також симетрія алеутської острівної дуги щодо зазначеного району та наявність в ній меридіонально орієнтованих структурних рубців стиснення типу підводного хребта Ширшова.

Відповідно до запропонованої П.С. Вороновим концепції континентальне крило розглянутої зсувної зони в районі Берингової протоки має мати найбільше розтягнення меридіонального або субмеридіонального орієнтування, трасуватися епіцентрами землетрусів і сягати через район північного географічного полюса в бік північної Атлантики. Намічена вченим трансполярна зона розтягування дійсно існує і підтверджується фактичним матеріалом. Так, в Беринговій протоці і на північ від неї зафіксовано ланцюжок епіцентрів землетрусів, в центральній частині Арктичного басейну, в районі Північного полюса і в морі Бофор-

та відзначалися осередки проявів підводного вулканізму, а вздовж підводного хребта Менделєєва простежено величезну ущелину субмеридіонального простягання протяжністю близько 1500 км. Для великого району Північної Атлантики між Шпіцбергеном і Норвегією з одного боку, і між Гренландією та Ісландією, з іншого, зафіксовані прояви молодого вулканізму і сучасної сейсмічності.

Розглянуті вище глобальні зсувні зони Тихого океану мають структурний аналог в Південно-Західній Азії і Європі. Регіональні зсувні зони фіксуються вздовж усього Кавказу і Копет-Дагу. Велика група правобічних зрушень зафіксована в межах Кавказу, Малої Азії та Іранського плоскогір'я. При цьому праві зрушення тут мають незвичайні для цих місць меридіональне і субмеридіональне орієнтування, тобто проходять вхрест простягання альпійської складчастої зони. Наявність правобічних зрушень в альпійській складчастій зоні може служити підтвердженням, що континентальні маси майже всієї Європи і Азії, так само як і Північної Америки, очевидно, дійсно мають реальну тенденцію до сповзання в бік екватора під впливом постійно діючих протягом мільйонів років так званих полюсобіжних сил. На можливість існування подібного роду тангенціальних напружень літосфери раніше вказували А. Вегенер, Б. Гутенберг, Р. Штауб і ін. Ймовірно, що ефект сповзання дійсно існує в земній корі північної півкулі і виражається в ній у вигляді досить відчутних геоструктурних проявів.

Наявністю згаданого ефекту найлегше пояснити і значні морфологічні відмінності, які існують у вигляді островних дуг східноазійського і індонезійсько-антильського типів. Якщо східний тип характеризується відносно простою конфігурацією в плані, то інший швидше нагадує петлі з орієнтуванням осей симетрії уздовж паралелей. Подібного роду орієнтування і форму островних дуг другого типу, очевидно, легше за все пояснити місцевим меридіонально направленим стисненням приповерхневих зон земної кори сповзаючими до екватора континентальними масами. Як відомо, петлеподібні островні дуги спостерігаються в трьох областях Землі: Індонезійському архіпелазі, Карибському морі і протоці Дрейка. Всі вони знаходяться між великими материковими брилами континентальної земної кори. У першому випадку це Азія і Австралія, у другому — Північна і Південна Америка, і в третьому — Антарктида і Південна Америка. При цьому головний вектор стискаючих сил безсумнівно мав у всіх трьох регіонах меридіональне або субмеридіональне орієнтування. З усією очевидністю на це вказує орієнтування всіх петлеподібних островних дуг в напрямку паралелей або близькому їм. Подібний характер просторового орієнтування векторів головних тектонічних напруг підтверджується також іншими основними особливостями структурного плану петлеподібних островних дуг, що проявляють у своїх межах виразні сліди бічного стиснення і ламінарного руху корових мас.

Походження петлеподібних островних дуг за П.С. Вороновим можна пояснити перш за все впливом полюсобіжних сил: *«Сползающие к экватору под непрерывным воздействием этих сил континентальные массивы Азии, Северной Америки, Австралии и Антарктиды вполне могли создавать в приповерхностных зонах литосферы районов Индонезийского архипелага, Карибского моря и пролива Дрейка те значительные боковые сжатия, на которые земная кора в свою очередь отвечала образованием петлевидно ориентированных глубинных разломов и возникновением на их месте островных дуг индонезийско-антильского типа. Таким образом, существенные отличия, которые усматриваются сейчас в строении современных островных*

дуг индонезийско-антильского и восточноазиатского типов, имеют, по-видимому, в своей основе достаточно глубокие генетические корни, что необходимо постоянно учитывать при всякого рода попытках экстраполяции этих современных структурных образований литосферы в прошлое. В соответствии с развиваемой нами гипотезой результирующие векторы полюсобежных сил должны иметь субмеридиональную ориентировку в сторону экватора и располагаться где-то в осевой части материковых глыб Европы, Азии и Северной Америки. Признавая влияние тангенциально направленных полюсобежных сил на материки, естественно ожидать, что в масштабах геологического времени влияние таких сил может существенно отразиться и на структурном плане центральных регионов этих континентальных глыб, т.е. тектонически наиболее стабильных участках коры» [1, с. 68].

Наявність в структурі літосфери планети серединно-океанічних трансформних розломів і хребтів, а також досягнуті успіхи у вивченні їх морфології дозволили вченому стверджувати, що Земля в областях розвитку океанічної кори відчуває стійке пульсове розтягнення, що підкріплюється палеомагнітними і астрофізичними даними, зокрема фактом сучасного розширення Всесвіту. При цьому, на думку П.С. Воронова, виникає проблема дослідження співвідношення гіпотез розширення Землі і дрейфу материків. Спроба пояснити розбіжність континентальних плит тільки за рахунок розширення нашої планети виглядає абсолютно неспроможною. Розширення Всесвіту є тривалим космогенічним процесом, що охоплює мільярди років, а дрейф континентів Землі — явище епізодичне, яке розвивається під дією конвекції протягом декількох десятків мільйонів років. Розпад Гондвани і дрейф її осколків виник лише після того, як під материком розвинувся потужний висхідний тепловий потік, що сприяє спочатку спучуванню, а потім розрив континентальної кори і розтягування далеко в сторони від центру праматерика його периферичних уламків. Отже, необхідною умовою для виникнення дрейфу повинна бути велика площа материка, яка забезпечувала відповідну можливість для активізації його центральних частин під дією висхідних конвекційних потоків з глибинних частин планети.

Професор П.С. Воронов був видатним вченим, геологом-першовідкривачем, натуралістом, по натурі, інтелігентом-педантом, володів гарним почуттям гумору. Його наукові інтереси торкалися практично всіх напрямків геологічних знань, починаючи з космогенної і планетарної геології до геологічного вивчення окремих регіонів і родовищ корисних копалин. Багато сил і енергії віддав він геологічному вивченню районів сектору радянської Арктики. Він був також в числі членів-зимівників першої і другої експедицій в Антарктиду. Особливого значення набули його роботи по зсувній тектоніці в зв'язку з проявом ротаційних сил Землі.

Перу П.С. Воронова належить близько 250 наукових робіт, серед яких 12 монографій, 1-й том «Атласу Антарктики», більше десятка підручників і навчально-методичних посібників. Основні праці: «Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли» (1968); «Человек и Земля в структуре Вселенной» (1988); «Принципы сдвиговой тектоники и ротационные силы Земли» (1991); «Роль сдвиговой тектоники в структуре литосфер Земли и планет земной группы» (1997).

Особливу увагу займає робота зі зсувної тектоніки, створенню якої вчений віддав багато сил. У 1988 році він провів у Ленінграді Всесоюзний симпозіум зі

зсувної тектоніки, учасником якого був і автор цих рядків. Талановитий вчений П.С. Воронов був активним діячем Географічного товариства і Тектонічного комітету колишнього СРСР, членом багатьох спецрад, наукових і науково-технічних товариств Росії і зарубіжжя. Ім'я П.С. Воронова занесено до збірки «Живі легенди», випущеної в 2004 році Кембриджським Міжнародним Біографічним Центром.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воронов П.С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Ленинград: Наука, 1968. 122 с.
2. Воронов П.С. Человек и Земля в структуре Вселенной. Ленинград: Изд-во Ленинградского горного института, 1988. 175 с.

Стаття надійшла 31.05.2020

*N.N. Shatalov*, Dr.Sci. (Geol.), Senior Research Scientist,  
Leading Research Scientist  
State Institution «Scientific Centre for Aerospace Research  
of the Earth» of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine  
55-b, O. Honchara str., Kyiv, Ukraine, 01054  
E-mail: shatalov@casre.kiev.ua  
ORCID 0000-0001-8435-5586

#### PAVLO STEFANOVICH VORONOV — OUTSTANDING POLAR GEOLOGIST (to the 100th anniversary of birth)

The article is dedicated to the outstanding geologist-polar explorer of the USSR, an outstanding naturalist, doctor of geological and mineralogical sciences, Professor Pavel Voronov in the light of 100th anniversary of his birth celebration. The main stages of the scientist's life, his achievements in studying the geology of a lot of regions of the Arctic Ocean are considered. The contribution of the scientist to the research of geology, tectonics, geography, geomorphology and glaciology of the southern hemisphere of our planet was especially noted. In the 40th-50th years of the last century P.S. Voronov participated in the work of the first and second Russian expeditions in Antarctica. The scientist carried out reconnaissance geological and geomorphological studies of the observatory area, the Bungee oasis, based on hydrographic measurements from the board of the expeditionary vessel «Ob» and analysis of the configuration of the Antarctic coast, for the first time in the world, he established the existence of coastal faults located around East Antarctica. Numerous flights on IL-12 aircraft allowed P.S. Voronov to explore the mountain ranges of Antarctica along the Antarctic Circle. He clarified the position of the Denman glacier and carried out comprehensive geological, geomorphological and tectonic studies in Antarctica. On various issues of geology, geomorphology, glaciology and tectonics of Antarctica, he published more than 60 scientific papers, many of which are pioneering and have retained their relevance to the present day. Professor P.S. Voronov is widely known in the former USSR and abroad for his research in the field of space and geodynamics, tectonics and planetary geomorphology of the Earth's continents and sea areas. Scientist has written more than 250 scientific works, including 12 monographs. His main works reveal questions about the patterns of morphometry of the Earth's global relief, the role of the Earth's rotational forces, the principles and role of shear tectonics in the structure of the Earth's lithospheres and terrestrial planets. In 2004, the Cambridge International Biographical Center introduced the name of P.S. Voronov to the collection «Living Legends».

**Keywords:** *mountain systems, glaciers, relief and structure of the Earth, deep tectonic processes, faults, shear zones.*