

- Автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. геол.-минер. наук. М.: ИГиРГИ, 1980. 26 с.
4. Атласман Ю. Е. Палеорельеф визейского возраста на территории Удмуртии.— Геоморфология, 1980, № 1, с. 71.
 5. Грачевский М. М., Кузнецов В. Г. Палеогеография бобриковского времени в Среднем Заволжье.— Докл. АН СССР, 1963, т. 150, № 1, с. 146.
 6. Проничева М. В., Саввинова Г. Н. Палеогеоморфологический анализ нефтегазоносных областей. М.: Недра, 1980. 252 с.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологоразведочный институт
Институт географии АН СССР

Поступила в редакцию
18.VII.1981

BURIED VISEAN TOPOGRAPHY SIGNIFICANCE FOR OIL AND GAS TRAPS AND COLLECTORS FORMATION AT WEST ORENBURG REGION

GORELOV S. K., PRONICHEVA M. V., MELNIKOVA N. A.

Summary

A series of paleogeomorphological environments (including a large paleo-delta of the bird-foot type) has been identified in Western Orenburg region on the basis of the Visean topography reconstruction; the environments were favourable to layers—collectors formation and non-anticlinal oil and gas traps.

УДК 551.432.2(—924.43).

ГОРШКОВ А. И., РАНЦМАН Е. Я.

МОРФОСТРУКТУРНЫЕ ЛИНЕАМЕНТЫ ЗАПАДНЫХ АЛЬП

К Западным Альпам отнесена часть горной страны, расположенная к западу от линии Боденское озеро — оз. Комо. Согласно традиционному геологическому делению эта территория включает Западные (Французские) и Центральные (Швейцарские) Альпы [1, 2]. Обоснование морфоструктурного значения этой линии будет дано в дальнейшем. Широкий круг геоструктурных проблем, связанный с развитием рельефа Французских Альп, рассматривался на страницах журнала [3, 4]. Сведения и обобщения, изложенные в этих работах, широко использованы в данной статье, но основное внимание в ней уделено поперечным морфоструктурным линейам, выделяемым для Западных Альп впервые. Их положение было определено при составлении схемы морфоструктурного районирования Западных Альп, на которой отражено современное блоковое строение этой территории¹. В статье показано, что выделенные нами морфоструктурные единицы хорошо согласуются с данными геофизиков о глубинной структуре Западных Альп.

Одной из главных черт рельефа Западных Альп является петлеобразный изгиб основных его элементов, созданный последовательным изменением их простираний от близширотного в Восточных Альпах к юго-западному, затем юго-восточному и снова широтному в Приморских Альпах. Петлеобразный изгиб Альп придает уникальное своеобразие этой горной стране. При составлении схемы районирования было установлено, что резкие перегибы простираний приурочены к зонам поперечных морфоструктурных линейам. Мы покажем, что последние имеют, вероятно, глубинное заложение.

Использованная в этой работе методика морфоструктурного районирования отличается от общепринятой. Она разработана применительно

¹ Эта работа проводилась как часть советско-французских исследований по прогнозу места сильных землетрясений при участии французских ученых К. Вебера и А. Систернаса.

к прогнозу мест возможного возникновения сильных землетрясений в ходе научного сотрудничества геоморфологов (Институт географии АН СССР) с геофизиками и математиками (Институты физики Земли и прикладной математики АН СССР). Эта методика подробно описана ранее [5—7]. Здесь мы лишь кратко сформулируем основные принципы районирования.

Выделяются три категории морфоструктур, тектоническая активность которых последовательно возрастает: территориальные единицы (глыбы), ограничивающие их линейные зоны (линеаменты), места пересечения линеаментов (узлы). Глыбы иерархически упорядочены, т. е. разделены по рангам. Глыбами высшего ранга являются горные страны (в нашем случае это Альпы в целом), их ограничивают линеаменты высшего ранга (1-го). Горные страны делятся на мегаблоки, ограничиваемые линеаментами 2-го ранга. Мегаблоки в свою очередь делятся на морфоструктурные блоки, которые ограничиваются линеаментами 3-го ранга.

Каждая из перечисленных морфоструктур выделяется по определенному набору признаков. Горные страны различаются по типу горообразования и по характеристикам облика рельефа. Мегаблоком называется территория, в пределах которой все количественные показатели крупных элементов рельефа изменяются закономерно, причем при переходе через границы этой территории данная закономерность нарушается. Блок — это территория, в пределах которой все количественные показатели крупных элементов рельефа изменяются без резких скачков; границу блока проводят там, где происходят скачкообразные изменения хотя бы одного количественного показателя. Зоны морфоструктурных линеаментов проводятся в местах резкого изменения характеристик глыб и при наличии признаков линейной зоны — продольной или поперечной относительно простираний морфоструктур в прилегающих глыбах. Продольные линеаменты, как правило, совпадают с зонами крупнейших разломов и тектонических границ региона. Поперечные же линеаменты не имеют четкой выраженности на всем своем протяжении и устанавливаются по комплексу прерывистых форм, вытянутых в одном направлении: линии разломов и флексур, тектонических уступов, линейных контактов разновозрастных пород, поперечных к преобладающим простираниям, прямолинейных участков долин рек, отдельных гряд и даже небольших хребтов.

Определение границ узлов требует специальных полевых исследований. Этот тип морфоструктур здесь не рассматривается. По изложенным выше принципам составлена схема районирования Западных Альп.

Морфоструктурные линеаменты первого ранга отделяют Альпы от герцинской Европы, а также от молодой Паданской межгорной котловины и глубокоководной впадины Лигурийского моря. На западе и северо-западе линеамент 1—57 (рис. 1) отделяет горные склоны Альп от молассового форланда и от долины р. Роны. На отрезке 1—30 линеамент следует вдоль четкого тектонического уступа, образованного сочленением молассового прогиба и горного склона, на отрезке 30—57 — вдоль нижнего участка долины Роны, заложенного в зоне глубинного разлома [8]. Линеамент 1—57 служит границей альпийского пояса горообразования в Европе.

На востоке система линеаментов 28—44 разделяет Западные Альпы и Паданскую котловину. Отрезок линеамента 26—42, следующий вдоль наиболее контрастного сочленения горного склона Альп и равнин, соответствует глубинному разлому, установленному геофизическими методами [9].

На юге Альпы граничат с широтными цепями Нижнего Прованса, принадлежащими Пиренейской системе [1]. Эта граница четкого выражения в рельефе не имеет, а носит характер широкой переходной зоны. Вдоль этой зоны, включающей полосу молодых поднятий краевой части Альп [10], проведен линеамент 57—60.

Меридиональный линеамент 44—46 разделяет горные страны Альп и Апеннин. Он соответствует крупному правостороннему сдвигу в зоне

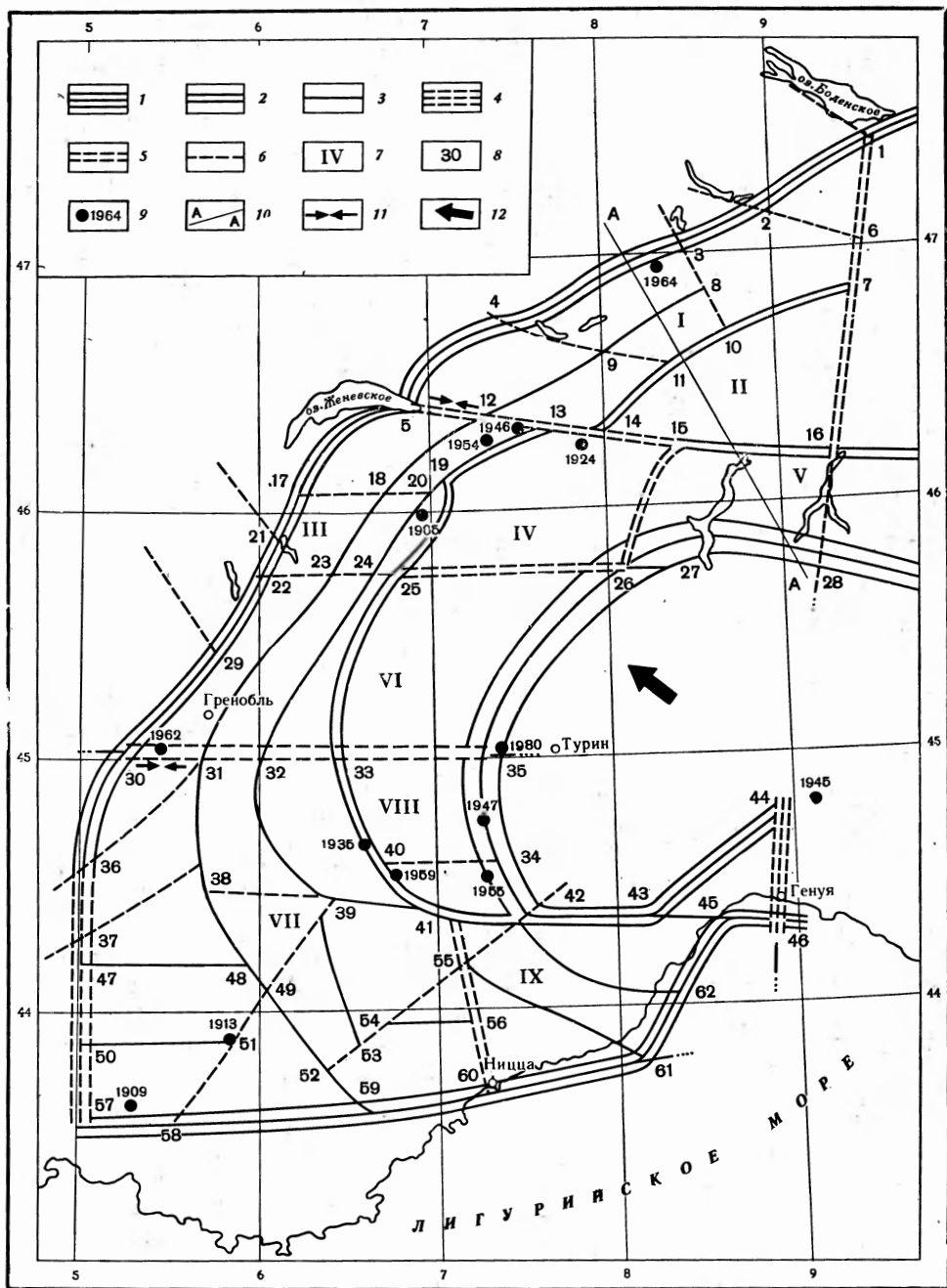


Рис. 1. Схема морфоструктурного районирования Западных Альп

1-3 — продольные морфоструктурные линейменты 1-, 2- и 3-го рангов; 4-6 — поперечные морфоструктурные линейменты 1-, 2- и 3-го рангов; 7 — номера мегаблоков; 8 — номера пересечений; 9 — эпицентры землетрясений с магнитудой $M \geq 5,0$; 10 — линия швейцарского геотраверза Базель — Чиазо по [15]; 11 — ориентировка главных осей сжатия в очагах землетрясений по [19]; 12 — ориентировка современных напряжений в Средиземноморском регионе по [24]

Сестри-Вольтаджи, геологически установленному в интенсивно дислоцированных третичных толщах [1, 11].

Подножия Альп, вдоль которых следуют линейменты 1-го ранга, нарушаются в местах выхода поперечных линейментов. Эти нарушения выражаются либо в смещении линии подножия (иногда на 15—20 км), либо в изменении ее простираения.

Мегаблоки. Исследуемая территория разделена на девять мегаблоков. Для каждого мегаблока характерно особое простираие, которым обладают составляющие его хребты и долины. Заметим, что предлагаемое подразделение Западных Альп обусловлено спецификой их орографии, состоящей в отсутствии единого осевого поднятия с определенным простираием. Вместо этого наблюдается большое количество обособленных, различно ориентированных хребтов, разделенных хорошо разработанными долинами.

Продольное разделение Западных Альп проводилось согласно традиционному их членению на внешнюю и внутреннюю части, сложенные разными комплексами пород, соответственно гельветским и пеннинским. На схеме мегаблока I, III, VII относятся к внешним, а II, IV, VI, VIII — к внутренним Альпам, разделенным продольным линеаментом 2-го ранга 7—42. Структурные и литологические отличия внешних и внутренних Альп обусловили и различную орографию этих двух областей. Во внешних Альпах хребты и долины достаточно упорядочены, образуют ряд параллельных цепей, высота которых увеличивается с запада на восток. Здесь наиболее четко различаются простираия морфоструктур в соседних мегаблоках: в I мегаблоке господствующие простираия юго-западные, в III — юго-юго-западные, а в VII — юго-восточные и широтные. Во внутренних Альпах хребты сложно переплетены и в совокупности образуют высоко приподнятый, густо расчлененный рельеф с очень коротким склоном в сторону Паданской котловины [12].

Своеобразна морфоструктура Пеннинских Альп (мегаблок IV). Они сложены, как и внутренние Альпы, пеннинским комплексом пород; только массив Данбланш, по данным [13], состоит из кристаллических пород австро-альпийского комплекса. Простираия пород здесь юго-западные, характерные для внутренних Альп, тогда как сам хребет Пеннинские Альпы и ограничивающие его долины рек Роны и Дора-Балтео ориентированы широтно. Эти специфические черты морфоструктуры Пеннинских Альп позволили выделить их в самостоятельный мегаблок.

В Приморских Альпах (мегаблок IX) сложно сочетаются породы разных комплексов, но орографически они составляют единый хребет широтного простираия.

Южные Альпы (мегаблок V) совершенно обособленная морфоструктура среди мегаблоков Западных Альп. С позиций тектоники плит этот мегаблок образован Южно-Альпийской микронлитой, которая представляла передовую часть Африканской плиты. В отличие от других областей Альп породы, слагающие этот мегаблок, характеризуются крайне низкой степенью метаморфизма [14]. Простираия основных орографических единиц здесь широтные.

Таким образом, дуга Альп оказалась расчлененной на составляющие ее крупные отрезки — мегаблоки с типичным для каждого из них простираием морфоструктур, что позволяет проследить последовательность изгибов альпийской дуги и выделить оси перегибов.

Мегаблоки, выделенные главным образом по комплексу геолого-геоморфологических признаков, обнаруживают различия и в глубинной структуре. Наиболее четко это устанавливается для мегаблоков I, II и V, через которые с северо-запада на юго-восток по линии Базель — Чиазо проходит профиль швейцарского геотраверза (рис. 2). По линии этого геотраверза было проведено изучение современных вертикальных движений, а также осуществлено сейсмическое и геотермическое профилирование [15]. Результаты наблюдений выявляют специфическое глубинное строение мегаблока II. Он характеризуется повышенными значениями скоростей современных вертикальных движений (хотя максимальные высоты свойственны мегаблоку I), а также аномальным скоростным разрезом земной коры со слоем пониженных скоростей в нижней части разреза. Под этим же мегаблоком значительное погружение испытывают граница Мохо, подошва литосферы и изотерма 1000°. Рубежами резкого изменения перечисленных параметров являются северо-западная и южная границы мегаблока II, а именно линеаменты 2-го ранга 7—14 и

14—16, соответствующие глубинным разломам Рона-Рейнскому и Инсубрийскому. Эти различия в глубинном строении мегаблоков используются некоторыми авторами при микроплитовой интерпретации Альп. Линеамент 14—15 и его продолжение на восток принято считать границей Европейской плиты и Южно-Альпийской микроплиты, входившей ранее в состав Африканской плиты [13]. Согласно же М. Гюзель [16], граница Европейской и Африканской плит в Альпах соответствует линеаменту 7—14. Некоторым подтверждением последней точки зрения может слу-

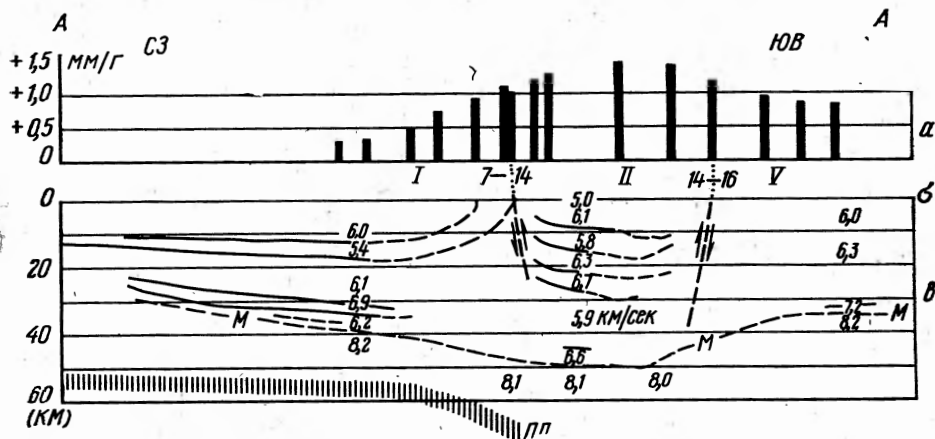


Рис. 2. Скоростной разрез земной коры (в) и скорость современных вертикальных движений (а) по линии швейцарского геотранверса по [15] (профиль А—А)
 I—номер мегаблока; 14—7—индекс линеамента; М—граница Мохоровичича; ПЛ—линия подошвы литосферы

жить наша схема районирования, на которой видно, что поперечные линеаменты 3-го ранга 4—11 и 3—10 не проникают из мегаблока I в мегаблок II, упираясь в зону Рона-Рейнского глубинного разлома (линеамент 7—14).

Сопоставление схемы районирования с картой глубин поверхности Мохо (рис. 3) обнаруживает различный характер поверхности Мохо в мегаблоках III и VII. В мегаблоке III эта поверхность круто поднимается к краю гор, а в мегаблоке VII она поднимается более полого. Рельеф дотриасового фундамента в мегаблоках III и VII также существенно различен (рис. 4), в мегаблоке VII поверхность фундамента образует плато с рядом депрессий округлой формы и залегает на 2—3 км глубже, чем в мегаблоке III.

Из приведенных выше сопоставлений видно, что различия в глубинном строении мегаблоков III и VII проявляются на различных структурных уровнях. В целом различия в глубинном строении мегаблоков позволяют рассматривать их мозаику как модель современного блокового строения Западных Альп.

Морфоструктурные линеаменты 2-го ранга. Границами мегаблоков служат линеаменты 2-го ранга. Продольные линеаменты 7—42 и 15—16 соответствуют хорошо изученным структурным линиям Западных Альп. Линеамент 7—42 разделяет внутреннюю и внешнюю части Западных Альп и проходит по границе пеннинского и гельветского комплексов пород. В рельефе он выражен системой продольных долин, повторяющих перегибы простираения Альп. Линеамент практически на всем протяжении соответствует зонам глубинных разломов, которые, в частности, во Французских Альпах являются надвигами в фундаменте. При этом надвигание происходит от внутренних Альп к внешним [18].

Продольный линеамент 15—16 соответствует западному окончанию одного из крупнейших разломов Альп—Инсубрийской зоне, которая разделяет крупные разнородные тектонические области. В рельефе зона линеамента выражена системой широтных долин и понижений.

Линеамент 15—26 на значительном протяжении соответствует южному ответвлению Периадриатического разлома, который входит в Инсубрийскую зону и отделяет кристаллические массивы пеннинского комплекса от слабо метаморфизованных пород нижнеавстроальпийского комплекса. Разлом является секущим по отношению к морфоструктурам мегаблока V и служит высотной ступенью между высокогорным массивом Пеннинских Альп и низкогорными отрогами Лепонтийского хребта в Южных Альпах.

Близмеридиональный линеамент 1—16 в качестве границы Западных Альп намечен еще Ф. Махачеком [10]. Зона этого линеамента включает

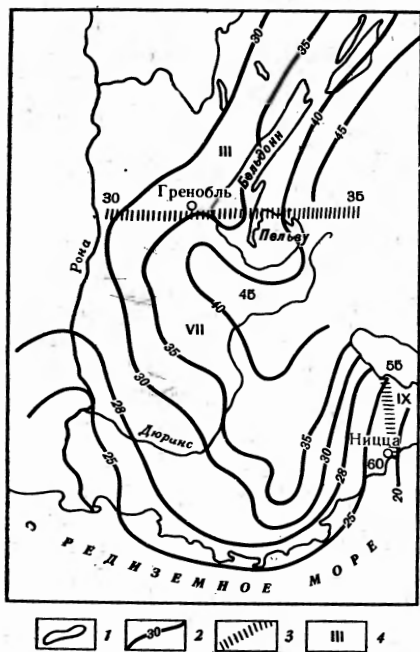


Рис. 3

Рис. 3. Карта глубин поверхности Мохоровичича по [17] и схема поперечных линеаментов 2-го ранга для Французских Альп

1 — контуры внешних кристаллических массивов; 2 — изолинии глубин поверхности Мохоровичича (км); 3 — поперечные линеаменты 2-го ранга; 4 — номер мегаблока

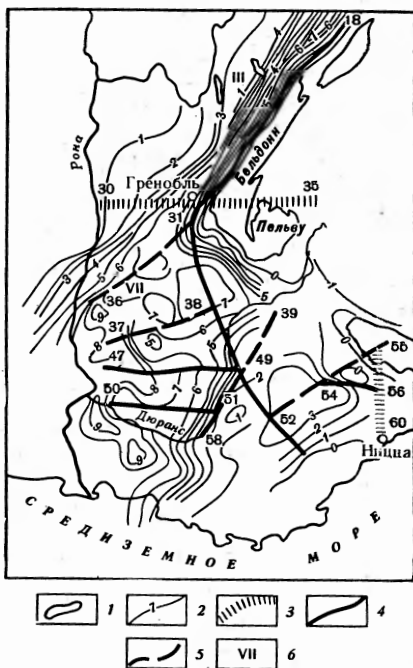


Рис. 4

Рис. 4. Карта глубин дотриасового фундамента Французских Альп по [17] и схема зон линеаментов

1 — контуры внешних кристаллических массивов; 2 — изолинии глубин дотриасового фундамента; 3 — зоны поперечных линеаментов 2-го ранга; 4 — зоны продольных линеаментов 3-го ранга; 5 — зоны поперечных линеаментов 3-го ранга; 6 — номера мегаблоков

меридиональные участки долин Рейна и Заднего Рейна. На отдельных участках она соответствует геологически выраженным разломам, а также линейным контактам различных комплексов горных пород. Линеамент играет важную роль в общей структуре горной страны. К востоку от него пояс Альп довольно резко расширяется, приобретает широтное простиранье и горы становятся ниже по сравнению с Западными Альпами. Кроме того, в Восточных Альпах практически выклиниваются породы гельветского комплекса и продольное членение Альп становится другим. Зона линеамента четко видна на космических снимках.

Поперечные линеаменты 5—15; 25—26; 30—35 и отчасти 60—63, несколько нам известно, установлены впервые при морфоструктурном районировании Западных Альп, поэтому остановимся на их характеристике более подробно. Линеамент 5—15 лежит на продолжении к западу Инсубрийской зоны. Зона линеамента выражена широтным отрезком долины Роны (поперечная депрессия Вильдштубель), системой коротких

широтных участков рек, стекающих с Бернских Альп; окончание зоны приходится на широтную часть Женевского озера. На космических снимках зона видна в виде прерывистых тонких широтных линий. Роль этого линеамента в структуре прилегающих с севера и юга территорий весьма значительна. Так, Предальпы оказались разделенными на две изогнутые гряды: Романские к северу и Шабле к югу от линеамента. Романские Альпы содержат полную систему покровов, характерных для Предальп; Предальпы Шабле почти везде представлены только двумя средними покровами (брекчиевым и клиповым) [1]. Можно предположить, что формирование обеих частей Предальп, разделенных поперечным линеamentом 5—14, происходило на некоторых этапах разобщенно. Другим косвенным признаком существования поперечной зоны является разобщение и смещение зоной линеамента пояса внешних герцинских массивов. Вблизи линеамента пояс массивов прерывается и замещается отложениями чехла (юрскими и меловыми). При этом Аарский массив, расположенный к северу от линеамента, занимает более восточное положение относительно аналогичных массивов Монблан и Эгий-Руж, лежащих южнее линеамента. Некоторые авторы [11] связывают разобщение и смещение кристаллических массивов с зоной широтного правостороннего сдвига, совпадающей с выделенным нами линеamentом. Это подтверждается рисунком сочленения продольных линеamentов 7—14 и 13—19 с зоной поперечного линеамента 5—15: при приближении к поперечной зоне продольные линеamentы испытывают резкий поворот, характерный для правосторонних сдвиговых зон. На современную активность поперечной зоны указывает скопление эпицентров землетрясений в местах пересечения ее с продольными линеamentами (см. рис. 1). При этом главные оси сжатия в очагах некоторых землетрясений ориентированы почти параллельно простиранию поперечного линеамента 5—14 [19], тогда как оси сжатия большинства других землетрясений ориентированы по нормали к дуге Альп.

Линеament 30—35 представляет собой зону шириной до 25 км, включающую систему широтных отрезков речных долин. Наиболее четко зона линеамента выражена во внешних Альпах, где она резко ограничивает с севера высокогорный массив Пельву и разделяет северные и южные субальпийские гряды, характеризующиеся разновозрастной складчатостью и различной ориентацией осей складок. В северных субальпийских грядах складчатость меридиональная, а в южных — широтная «пиренейско-прованская» [20]. Во внутренних Альпах линеament ограничивает с юга область широкого распространения офиолитов и разделяет внутренние кристаллические массивы Гранд-Парадизо на севере и Дора-Майра на юге. Кроме того, линеament ограничивает с юга зону Ивреа, характеризующуюся очень малой мощностью коры (10—15 км). Другим проявлением глубинного заложения этого линеамента служит изгибание на нем изолиний глубины поверхности Мохо, образующей здесь заметный уступ (см. рис. 3). Признаком современной активности этой зоны служит ряд приуроченных к ней эпицентров землетрясений. При этом ось главного сжатия в очаге землетрясения 1962 г. в районе Гренобля ориентирована параллельно зоне линеамента (см. рис. 1) [19]. В целом зона линеамента служит главной поперечной осью перегиба в дуге Западных Альп: к северу от нее морфоструктуры имеют восточное и близмеридиональное простирание, а к югу — юго-восточное с переходом на близширотное. Линеament прослеживается за пределы горной страны, продолжаясь по простиранию в восточном направлении вдоль оси долины р. По, что придает ему региональное значение.

Близмеридиональный линеament 60—63 отделяет серию широтных гряд верхнего Прованса от Приморских Альп, обладающих совершенно иным типом расчленения и структурным планом. Линеament необыкновенно четко виден на космических снимках и ранее уже выделялся на схемах дешифрирования [21]. О глубинном заложении этой структуры свидетельствуют сгущение вдоль нее изолиний поверхности Мохо (см. рис. 3) и повышенная сейсмичность [17].

Блоки и линеаменты третьего ранга. Блоки различаются по уровню высот. В соответствии с правилами формализации районирования [6] различие в высотном уровне соседних блоков должно составлять не менее 400 м (1/10 средней высоты вершинного уровня Западных Альп). Кроме того, при выделении блоков учитывались и различия в возрастной группе слагающих их пород и локальные изменения простираения.

Продольные морфоструктурные линеаменты 3-го ранга выражены в рельефе речными долинами или системами долин и следуют вдоль отдельных достаточно крупных элементов рельефа. Поперечные линеаменты установлены, как обычно, по комплексу прерывистых форм.

Сопоставление линеаментов 3-го ранга с изолиниями поверхности Мохо (см. рис. 3) не указывает на какую-либо корреляцию, из чего, видимо, следует, что эти линеаменты не проникают ниже подошвы коры. Тем не менее как продольным, так и поперечным линеаментам 3-го ранга соответствуют крупные уступы дотриасового фундамента Французских Альп (см. рис. 4). Наиболее замечателен в этом отношении поперечный линеамент 39—58: западнее линеамента глубина фундамента составляет 8 км, а восточнее — всего 1—3 км. При следовании вдоль Альпийской дуги простираения поперечных линеаментов 3-го ранга последовательно изменяются от северо-западного в мегаблоке I до юго-западного в мегаблоке VII, образуя на схеме лучи, расходящиеся от фокуса примерно в центре Паданской котловины. Такая конфигурация поперечных линеаментов в основном согласуется с направлениями современных напряжений в земной коре, установленными для этого региона [22].

Систему широтно ориентированных элементов рельефа и морфоструктурных линеаментов 3-го ранга в мегаблоке VII принято связывать с проникновением «пиренейских» простираций во внешние Альпы [1, 10]. Возможно этим же влиянием обусловлено и широтное простираение Приморских Альп. Близмеридиональные линеаменты, выделенные на схеме, очевидно, входят в систему поперечных линеаментов, известных в Средиземноморском поясе Европы [23].

Блоковая структура и сейсмичность. В результате морфоструктурного анализа на территории Западных Альп установлена система мегаблоков, различающихся как по орографии и морфометрии, так и по глубинному строению. Их границами служат линеаменты 2-го ранга, соответствующие крупным структурным линиям, вероятно, имеющим глубинное заложение. Сопоставление схемы линеаментов с эпицентрами наиболее сильных землетрясений (магнитуда $M \geq 5,0$) показывает, что эпицентры расположены вблизи пересечений линеаментов, причем большинство из них приурочено к линеаментам 1-го и 2-го ранга, т. е. к границам крупных территориальных единиц земной коры. Очевидно, что причиной этих землетрясений являются относительные подвижки выделенных мегаблоков. Так, скопление эпицентров в зоне поперечного линеамента 5—14, вероятно, связано с правосторонними смещениями, отмечаемыми по этой зоне; их можно рассматривать как следствие движения Южно-Альпийской микроплиты в западном направлении. Землетрясения в зоне продольного линеамента 13—42 могут возникать в результате давления внутренних Альп на внешние из-за напряжений, передаваемых с востока [24]. С этими напряжениями связан глубинный надвиг, отмечаемый в зоне линеамента 13—42.

Таким образом, мозаика выделяемых нами блоков согласуется с общей геодинамической интерпретацией современной блоковой структуры Западных Альп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рутген М. Г. Геология Западной Европы. М.: Мир, 1972, с. 445.
2. Бернулли Д., Лаубиер Г., Трюмпи Р., Венк Э. Центральные Альпы и горы Юры.— В кн.: Мезозойско-кайнозойские складчатые пояса. М.: Мир, 1977, с. 111.
3. Герасимов И. П. Эволюция взглядов на формирование геотектуры Западных (Французских) Альп.— Геоморфология, 1978, № 14, с. 13.
4. Бравар И. Морфоструктура Северо-Западных Альп.— Геоморфология, 1981, № 2, с. 29.

5. Герасимов И. П., Ранцман Е. Я. Морфоструктура горных стран и их сейсмичность.— Геоморфология, 1973, № 1, с. 3.
6. Алексеевская М. А., Габриэлов А. М., Гвишиани А. Д., Гельфанд И. М., Ранцман Е. Я. Морфоструктурное районирование горных стран по формализованным признакам.— В кн.: Вычислительная сейсмология. М.: Наука, 1977, вып. 10, с. 33.
7. Ранцман Е. Я. Места землетрясений и морфоструктура горных стран. М.: Наука, 1979. 187 с.
8. Arthaud F., Ogier M., Seguert M. Geologie et geophysique du golfe du Lion et de sa bordure nord.— Bull. B. R. G. M. (2), v. 1, 3, 1980/1981, p. 175.
9. Choudhury M., Giese P., Visintini C. Crustal structure of the Alps: same general features from explosion seismology.— Bull. Geofis. Theor. Appl., 1971, № 13, p. 211.
10. Махачек Ф. Рельеф Земли. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 577 с.
11. Лемуан М., Трюмпи Р., Карраро Ф. и др. Альпы.— В кн.: Тектоника Европы и смежных областей. М.: Наука, 1978, с. 335.
12. Альпы — Кавказ. М.: Наука, 1980, с. 320.
13. Debelmas J., Lemoine M. The Western Alps: paleogeogeography and structure.— Earth. Sci. Rev., 1970, v. 6, p. 221.
14. Десмон Ж. Многофазный метаморфизм океанической и континентальной коры Западных Альп.— Геотектоника, 1977, № 6, с. 69.
15. Rybach L. The Swiss Geotraverse from Basel to Chiasso.— Schweiz. Mineral. Petrol. Mitt., 1979, B. 59, Heft 1/2, S. 199.
16. Gysel M. In-situ stress measurements of the primary stress state in the Sonnenberg tunnel in Lucerne, Switzerland.— Tectonophysics, 1975, v. 29, № 1—4, p. 301.
17. Perrier G. La structure des Alpes occidentales déduite des données géophysiques.— Eclog. geol. helvet., 1980, v. 73, № 2, p. 407.
18. Beach A. Thrust tectonics and crustal shortening in the external French Alps based on a seismic cross-section.— Tectonophysics, 1981, v. 79, № 1/2, p. 11.
19. Ahorner L. Present-day stress field and seismotectonic block movements along major fault zones in Central Europe.— Tectonophysics, 1975, v. 29, № 1—4, p. 233.
20. Лемуан М. О тектонике гравитационного скольжения в Западных Альпах.— В кн.: Сила тяжести и тектоника. М.: Мир, 1976, с. 207.
21. Weber C., Vogt J., Weecksteen G. Assessment of earthquake hazards in France with special reference to remote sensing data.— In: Review paper, seminar on earthquake forecasting. Strasbourg, 1979, p. 9.
22. Pavoni N. Zur Seismotektonik des Westalpenbogens.— Fachbl. Vermess. Photogramm. Kulturtech., 1975, № 3—4, S. 185.
23. Хаин В. Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1973. 512 с.
24. Illies J. H. Recent and paleo-intraplate tectonics in stable Europe and the Rhinegraben rift system.— Tectonophysics, 1975, v. 29, № 1—2, p. 251.

Институт физики Земли АН СССР
Институт географии АН СССР

Поступила в редакцию
24.XI.1980

MORPHOSTRUCTURAL LINEAMENTS OF THE WESTERN ALPS

GORSHKOV A. I., RANTSMAN E. YA.

Summary

Morphostructural analysis applied to the Alps region allowed to trace block structures of the loop-like bend of the Alps. The bend proceeds successively along morphostructural lineaments' zones of the second order. Comparison with geophysical data revealed differences in deep structures of the outlined megablocks, which indirectly indicates the lineaments being deep-seated. The third order lineaments position is in good agreement with basement structures.

УДК 551.4.03 : 528.067.4.

ЛАЗАРЕВИЧ К. С.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЯРУСОВ РЕЛЬЕФА ПРИ ПОМОЩИ ГРАФИКОВ СРЕДНИХ УГЛОВ НАКЛОНА (на примере Тиманского кряжа)

Вопрос о наличии или отсутствии субгоризонтальных поверхностей, разделенных участками с относительно большой крутизной, важен при изучении поверхностей выравнивания, блоковой тектоники и т. д. Суще-