

УДК 551.4.012(470.1/6)

ВОСТОКОВ Е. Н., КОФСМАН С. М., ПИВОВАРОВА Т. А.

**СОВМЕСТНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ГИДРОСЕТИ И СЕТКИ
РАЗЛОМОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЕННОЙ
РАВНИНЫ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ**

Излагается методика применения быстродействующих лазерных установок при обработке геоморфологических и геологических материалов. Рассмотрены закономерности в ориентировках и пространственном размещении речных долин и разломов Восточно-Европейской платформенной равнины. Подчеркнута важная роль «планетарной» трещиноватости в формировании структуры гидросети.

Перед современным исследователем все чаще встает проблема количественной обработки большого объема информации, в частности при анализе картографических материалов. Существенную помощь в этом отношении могут оказать оптические методы, основанные на применении быстродействующих лазерных установок [1, 2]. Их основные достоинства: автоматизация процесса обработки и, как следствие, большая производительность, достаточно высокая точность, возможность обработки материалов практически любой сложности, как штриховых карт, например схем линеаментов, так и карт в виде изолиний — структурных планов, геофизических полей и т. д. [3—5]. Таким образом, оптико-электронные установки могут стать одним из важных технических средств для интенсивно развивающегося картографического метода исследования [6].

Данная работа представляет собой опыт использования быстродействующих лазерных установок при проведении на единой методической и технической основе совместного анализа структуры гидросети и сетки разломов на примере Восточно-Европейской платформенной равнины. Пространственная связь речных долин с тектоникой, в том числе с разломами, убедительно обоснована в работах И. П. Герасимова, Ю. А. Мещерякова, Н. И. Николаева, К. И. Геренчука и ряда других исследователей [7—12]. Накопленный за последнее десятилетие фактический материал по геологии, геофизике и космоснимкам позволил составить схемы разломной тектоники как отдельных регионов, так и Восточно-Европейской платформы в целом [13—20]. Несмотря на определенные различия схем разных исследователей, большинство разломных зон нашло «свое место» в тектонике платформы и является общепризнанным. Тем самым представляется возможность перейти от анализа связи отдельных речных долин (или речных систем) с разломами к сопоставлению структуры всей гидросети Восточно-Европейской платформы с сеткой разломов.

Из большого числа аспектов данной проблемы здесь рассмотрены закономерности в ориентировках речных долин и разломов, устанавливаемые на основе построения и анализа роз-диаграмм, и закономерности их пространственного размещения на основе построения карт избранных простираций.

Для оптической обработки гидрографической сети использована карта м-ба 1 : 10 000 000. Территория Восточной Европы была разделена на перекрывающие друг друга 10-градусные трапеции, в центре которых показаны розы-диаграммы ориентировок речных долин и разломов (рис. 1). Розы-диаграммы ориентировок рек и разломов для Восточно-Европейской платформы в целом (за исключением зарубежной части) получены путем суммирования роз-диаграмм в пределах нескольких меридиональных зон, на которые была разделена изучаемая территория.

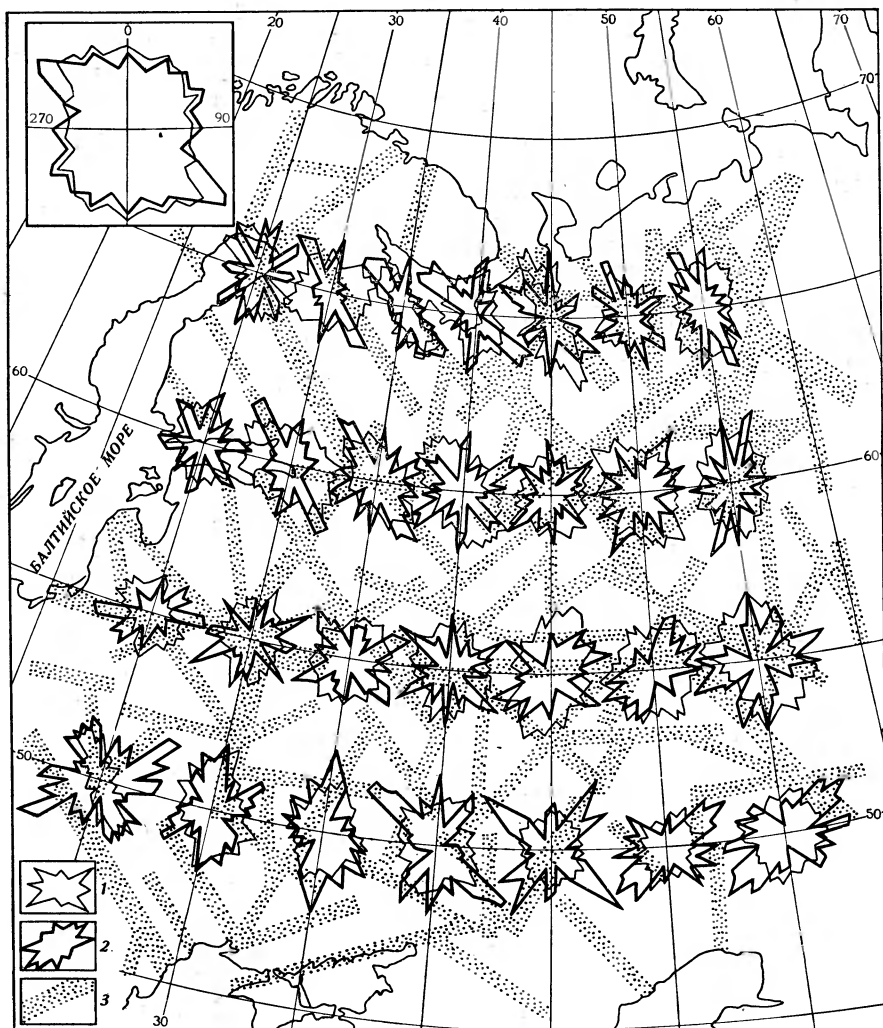


Рис. 1. Розы-диаграммы ориентировок речных долин (1) и разломов (2) и наиболее отчетливо выделяемые по результатам оптической фильтрации гидросети линейсаменты Восточно-Европейской платформы (3)

Врезка — сводные розы-диаграммы для всей территории

Кроме того, для решения некоторых частных вопросов (сопоставление ориентировок всех речных долин с главными) обрабатывались карты м-ба 1 : 15 000 000 и 1 : 5 000 000.

Обработка геоморфологических и геологических данных проводилась в Центральном геофизическом тресте на когерентной оптической установке FO-100, устройство и принцип действия которой подробно описаны в работе [4]. В самом общем виде методика обработки сводится к следующему. Анализируемая карта микрофильмируется. Микрокопия помещается в заполненную иммерсионной жидкостью кювету, которая вращается в плоскости, перпендикулярной оптической оси прибора. При прохождении луча света от лазера через микрокопию каждая точка последней становится вторичным источником излучения. В соответствии с теорией двумерного Фурье — преобразования линейных объектов интенсивность спектра по некоторой линии, проходящей через центральную точку спектра, будет в целом пропорциональна суммарной длине линий объекта по направлению, перпендикулярному выбранной линии на спектре. При вращении кюветы с микрокопией двумерный спектр объекта также вращается в Фурье-плоскости. При помещении в спектральной плоскости узкой прямоугольной щели и установке позади этой щели

фотоумножителя представляется возможным измерение интенсивности спектра в пределах щели как функции направления. В результате полного оборота двумерный спектр сканируется полностью. Электрический сигнал, поступающий с фотоумножителя, регистрируется на стандартном самописце как в прямоугольной системе координат, так и в полярной системе, т. е. автоматически строится роза-диаграмма, для чего используется специальное устройство. Процедура построения розы-диаграммы занимает 1-2 мин независимо от сложности объекта: ручная же обработка (150—200 замеров) потребует нескольких часов.

Точность построения «оптической» розы-диаграммы в известной мере зависит от характера картографического материала. Как показывают теория и опытно-методические работы [1, 4], точность тем выше, чем лучше элементарные отрезки аппроксимируются прямой линией и чем

больше длина отрезков превосходит их толщину. При этом толщина всех линий должна быть одинаковой. Для простых штриховых карт (например, схем линеаментов) точность автоматического построения роз-диаграмм исключительно высока и составляет 10—20%. В процессе подготовки материалов реки с коэффициентом извилистости 1,2—1,3 спрямлялись; также спрямлялись берега озер. Из рис. 1 видно, что общая конфигурация «оптических» роз-диаграмм ориентировок рек и разломов несколько различна, в частности, первая более сглажена. Округлая форма некоторых из них связана с большим количеством коротких отрезков; для некоторых участков, кроме того, характерно отсутствие четко выраженных преобладающих ориентировок.

С помощью этой же оптической системы производится фильтрация объектов по направлению. Для этого используется веерный фильтр, который в общем случае представляет собой вращающуюся клиновидную прозрачную щель на непрозрачном фоне с углом раскрытия в несколько градусов. Фон может быть также полупрозрачным, в этом случае отфильтрованные участки не исчезают, а остаются в ослабленном виде, что облегчает интерпретацию исходных данных. Наложение фото-путем различных отфильтрованных направлений дает возможность рас-

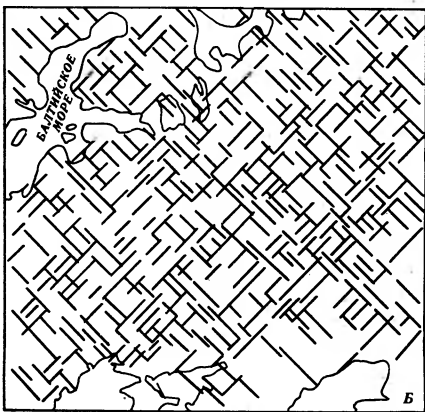
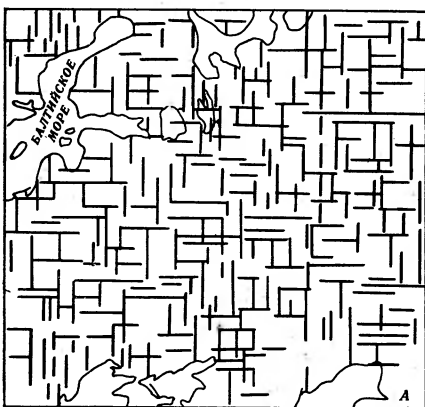


Рис. 2. Направления гидросети Восточной Европы, выделенные с помощью оптической фильтрации

а — меридиональные и широтные, б — северо-западные и северо-восточные (генерализовано)

сматривать различные комбинации линейных элементов и более целенаправленно изучать закономерность их пространственного расположения (рис. 2). Одним из важных результатов применения фильтрации является выделение линеаментов; основные из них (наиболее четко проявленные на картах фильтрации) показаны на схеме (рис. 1), составленной на основании анализа 18 карт, полученных при фильтрации через 10° , т. е. 0° , 10° , 20° и т. д. Выявляется приуроченность линейных элементов разных рек и разных речных систем к единым протяженным линиям, которые на картах фильтрации выделяются как зоны концентрации сближенных элементов гидросети строго определенного направления.

Отметим также, что веерная фильтрация дает возможность выявлять такие «скрытые» особенности гидросети, на которые обычно не обращается внимание.

При подготовке материалов к веерной фильтрации проводилась некоторая генерализация элементов гидросети с коэффициентом извилистости не более 1,3 с целью сгладить влияние факторов, связанных с русловыми процессами, литологией пород, региональным уклоном территории и т. д.

Полученный обширный материал по ориентировкам рек и разломов как по всей Восточной Европе, так и по отдельным ее участкам (трапециям) показывает, что розы-диаграммы ориентировок рек и разломов для Восточной Европы в целом весьма сходны. Наряду с известными четырьмя главными направлениями — северо-западным ($310-320^\circ$), северо-восточным ($40-50^\circ$), меридиональным и широтным, важную роль в структуре сетки разломов и гидросети играют также северо-северо-восточное ($20-30^\circ$), восток-северо-восточное ($60-70^\circ$), северо-северо-западное ($330-340^\circ$) и запад-северо-западное ($290-300^\circ$). Ниже приводится краткая характеристика каждой из систем.

Северо-западное направление преобладает в ориентировке речных долин и разломов Восточной Европы, на что указывает характер и частных и сводных роз-диаграмм. Судя по геолого-геофизическим данным, разломы этого простираения — одни из древнейших в фундаменте платформы, неоднократно подновлявшиеся на платформенной стадии развития [13, 16, 21, 22]. При этом трансрегиональные и крупнейшие региональные зоны разломов — Висленско-Днестровская, Днепровско-Донецкая, Рязано-Саратовская, Мезенско-Вычегодская и др. расположены на расстояниях 600—700 км друг от друга, региональные — 200—240 км, субрегиональные — 100—150 км. Эта генеральная северо-западная зональность находит ясное отражение в структуре гидросети (рис. 1, 2). Особенно характерно это направление для Северной и Западной Двины, Мезени, Вятки, в значительной мере оно свойственно Днепру, Донцу, Днестру и многим другим рекам. Это указывает на интенсивное подновление северо-западных разломов в неотектонический этап, что подтверждается и Картой современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы [23]. На космических снимках также выявляется целая серия линеаментов, в большинстве своем совпадающих с линеаментами, выделяемыми при веерной фильтрации [19]. Наиболее протяженные из них (в отдельных случаях до 1000 км) намечаются в северо-восточной и восточной частях платформы, где они образуют целые системы, прослеживаемые от Белого моря до Южного Урала.

Северо-восточная ориентировка ($40-50^\circ$) разломов и речных долин является одной из главных что хорошо видно на большинстве роз-диаграмм (рис. 1). В гидросети это направление проявлено преимущественно в виде большого числа относительно коротких (первые десятки, редко 100—150 км) отрезков речных долин. Таким образом, северо-восточная ориентировка более характерна для небольших рек и притоков крупных рек. Точно так же весьма многочисленны, но обычно непротяженные разломы северо-восточного простираения. Привлечение геолого-геофизических данных показывает, что они в меньшей степени, чем северо-западные, характерны для внутренней структуры фундамента. Как видно из палеогеографических и структурно-фациальных схем ряда исследователей, время их заложения относится к пред- и раннеплатформенным этапам, а активное развитие происходило преимущественно в палеозое и в неотектонический этап.

Меридиональное направление на розах-диаграммах ориентировок рек и разломов обычно представлено заметным пиком, а характер сводной розы-диаграммы показывает, что оно является одним из основных. Интересно, что наибольшая разница между розами-диаграммами «оптическими» и построенными «вручную» заключается именно в величине меридионального пика; на последних почти всегда появляется острый меридиональный пик «импульсного» вида, являющийся результатом сум-

мирования большого числа относительно коротких отрезков-изгибов рек, которые при оптической обработке мелкомасштабных карт слабо отражаются в оптической спектрограмме. Конечно, помимо многочисленных относительно непротяженных (первые десятки км) изгибов рек меридиональное направление проявлено и в виде протяженных (сотни км) речных долин — среднее течение Днепра, нижнее течение Печоры и Урала, верхняя и отчасти нижняя Ока, Вишера и ряд других рек к западу от Урала. Как показывают геолого-геофизические данные, все они связаны с крупными разломами фундамента и осадочного чехла. Анализ роз-диаграмм и результатов веерной фильтрации, а также геолого-геофизических материалов позволяет наметить три основные зоны или полосы, для которых характерна меридиональная ориентировка речных долин различных порядков — Восточную, Центральную и Западную. Восточная зона связана с Предуральским прогибом. Центральная протягивается от п-ова Канин до излучины Дона, прерываясь в зоне Главного водораздела Русской равнины. В тектоническом отношении она лучше исследована в южной части платформы, где прослежены и изучены бурением региональные разломы, с которыми связаны Доно-Медведицкий и Окско-Цнинский валы, Тамбовско-Борисоглебовские поднятия. Эта система разломов прослеживается и далее через Предкавказье [21]. Она отчетливо выделяется на космических снимках [20], а также на некоторых участках на карте современных вертикальных движений земной коры. Западная зона связана с Кольско-Украинской системой поднятий древнейшего (протерозойского) заложения, которая активизировалась в герцинский этап развития и также выделяется по характеру современных вертикальных движений.

Меридиональное направление отчетливо проявлено во внутренней структуре фундамента, что свидетельствует о древнем (вероятно, средне-позднепротерозойском) заложении крупнейших разломных зон. В палеозое они периодически обновлялись, в кайнозое отмечается интенсивное развитие меридиональных разломов. Это отразилось в преимущественно меридиональном стоке в палеогене и неогене с крайнего севера на юг — в Черное и Каспийское моря [7, 10].

Широтная ориентировка на розах-диаграммах проявлена сравнительно слабо по сравнению с вышеописанными. Тем не менее она достаточно широко распространена (Припять, среднее течение Урала, Оки, Волги и т. д.). Очень характерны для гидросети Русской равнины резкие коленообразные изгибы рек широтного направления, в ряде случаев связанные с разломами сдвигового характера. В отличие от северо-западных целый ряд широтных линеаментов фиксируется на картах оптической фильтрации как четкие узколокализованные зоны. Примером этого является Транстиманский линеамент протяженностью около 600 км. Последний протягивается по долинам рек Пезы (приток Мезени) и Цильмы, единственной реки, пересекающей Тиманский кряж в широтном направлении и впадающей в Печору в районе ее широтного колена, так что эти две реки образуют встречно-направленные водотоки [6, с. 12].

По результатам веерной фильтрации и геолого-геофизическим данным наибольший интерес представляет очень широкая зона (100—200 км), объединяющая ряд кулисообразно расположенных отрезков разных рек и протягивающаяся вдоль 55-й параллели от южной части Балтийского моря до Урала (нижнее течение Немана, р. Преголя, верховья Днепра, р. Клязьма и ряд других небольших рек). По геологическим данным ей соответствуют крупные широтные разломы Прибалтийской синеклизы типа Калининградской [22], глубинные разломы по границам Московской синеклизы, например Московский грабен и др. Данные абс. возраста пород фундамента подтверждают наличие протяженного широтного пояса — готско-овручского, по Н. П. Семененко [24]. Другие исследователи (М. А. Гаррис и Д. В. Постников) выделяют в структуре фундамента широтную саамскую зону, протягивающуюся через Поволжье до Урала.

По результатам веерной фильтрации гидросети намечаются и другие зоны широтного простираания, контролируемые региональными разломами, например к востоку от Финского залива и по северной границе Прикаспийской низменности.

Северо-северо-восточная ориентировка рек и разломов является одной из преобладающих (наряду с северо-западной и меридиональной). По совокупности геолого-геоморфологических данных и результатам веерной фильтрации намечается несколько широких зон рассматриваемого направления. Наиболее известная и изученная из северо-северо-восточных зон протягивается в восточной части платформы от излучины Дона до Камы и определяет на значительном протяжении ориентировку Волги, а также рек Иловли и Медведицы; ею контролируются также такие орографические элементы, как Приволжская возвышенность, Вятский вал, восточная часть Северных Увалов. В тектоническом отношении она обусловлена протяженным линейментом (намеченным в общих чертах Н. С. Шатским), который определяет западную границу Прикаспийской синеклизы и пересекает всю Скифскую платформу до Черного моря [21], а в северном направлении прослеживается с кулисообразным смещением в виде Камско-Вятской зоны фундамента [14], или Кажимского авлакогена, или Вятской зоны дислокаций по другим авторам [15]. Этот крупнейший линеймент был заложен, вероятно, в позднем протерозое, затем активно развивался в позднем палеозое, кайнозое и в современный этап геологической истории.

Другая зона северо-северо-восточного простираания протягивается от истоков Оки до устья Днепра и определяет ориентировку рек Псел, Ворскла и ряда других притоков Днепра. Как показывают геолого-геофизические данные, в фундаменте ей соответствует зона древнейших (протерозойских) тектоно-магматических комплексов. Еще одна линейментная зона шириной около 150 км и протяженностью около 800 км прослеживается от Онежского озера до верховьев Западной Двины и отчетливо выделяется на карте современных вертикальных движений. В тектоническом плане ей отвечает система региональных кулисообразных разломов фундамента и глубоких горизонтов осадочного чехла, протягивающихся в пределах Валдайско-Минско-Брестской тектонической зоны и Оршанской впадины.

Восток-северо-восточные разломы на розах-диаграммах обычно проявлены пиком значительно меньшей длины, чем северо-северо-восточные и северо-восточные, что связано с их меньшей распространенностью. Однако реки восток-северо-восточного простираания значительно более протяженные (до нескольких сотен км), особенно в пределах зоны Главного водораздела Русской равнины (некоторые притоки верховьев Днепра, Западной Двины, Волги, верховья Вятки, р. Вычегда и др.). Широкая (до 200 км) зона Главного водораздела связана с системой региональных глубинных разломов и рифтогенных зон типа Среднерусского авлакогена [25]. Заложенные на предплатформенной стадии развития Восточной Европы разломы восток-северо-восточного направления неоднократно возобновляли свою активность в течение геологической истории, и хотя они уступают по распространенности вышеописанным, тем не менее играют важную роль в современной структуре гидросети. Анализ мелкомасштабных космических снимков [18] также подтверждает некоторую активизацию их на неотектоническом этапе.

Северо-северо-западное направление рек и разломов визуально (качественно) выявляется обычно слабо, однако розы-диаграммы и веерная фильтрация объективно свидетельствуют об его определенном участии в структуре гидросети. Наиболее отчетливо оно выражено в северо-восточной части платформы в связи со структурами Тиманского Кряжа. Намечается и другая полоса от северной части Ботнического залива до центральных районов Восточно-Европейской платформы, что подтверждается космическими снимками. Наиболее крупной структурой фундамента здесь является тектоно-магматический Ветреный пояс карельского возраста.

Запад-северо-западная ориентировка рек и разломов по сравнению с вышеописанными мало распространена. На розах-диаграммах выделяется обычно маловыразительный пик. Наиболее отчетливо это направление проявлено в юго-восточной части территории в пределах полосы, протягивающейся от Жигулей до среднего течения р. Урал в виде серии левых притоков Волги и Урала.

Из вышеизложенного видно, что распространенное представление о диагональной (СЗ—ЮВ и СВ—ЮЗ) и ортогональной (С—Ю и З—В) системах как главных для Восточно-Европейской платформы является генерализованным упрощением действительной сложной картины. Кроме этих главных направлений, образующих единую группу, тесно связанную с современной системой географических координат и фигурой вращения Земли, как это отмечали Н. С. Шатский, С. С. Шульц, Г. В. Чарушин, Г. Н. Каттерфельд и другие исследователи, выделяется и другая группа, также состоящая из двух пар взаимно перпендикулярных систем — ССВ—ЗСЗ и ВСВ—ССЗ. Эта группа повернута относительно первой на 20—25°.

Значение каждого из восьми направлений различно в разных частях Восточно-Европейской платформы, при этом обычно какие-либо два из диагональных направлений проявлены слабо. Именно поэтому для отдельных регионов устанавливаются шесть главных направлений [21, 22, 27, 28]. Для Восточной Европы в целом преобладающей является северо-западная — юго-восточная ориентировка рек и разломов, т. е. роза-диаграмма асимметрична. Для крупных речных долин (стволовых, по терминологии И. С. Шукина) кроме северо-западного характерны также меридиональное и северо-северо-восточное направления. В ориентировке относительно небольших водотоков возрастает роль широтных и особенно северо-восточных разломов.

Из анализа сводных и частных роз-диаграмм видно, что все основные системы разломов находят отражение в розах-диаграммах речных долин. В то же время имеются и определенные, часто существенные, различия для отдельных участков, которые объясняются следующими причинами: 1) некоторые древнейшие разломы фундамента, играющие важную роль в его внутренней структуре, весьма слабо проявлены в верхних горизонтах осадочного чехла и практически не проявляются в особенностях гидрографии (Рязано-Саратовский авлакоген); 2) некоторые разломы (особенно это относится к запад-северо-западным, северо-восточным и северо-северо-восточным), проявившиеся на платформенном этапе развития и особенно активно на неотектоническом этапе, находят отражение только в изменении гипсометрии фундамента и глубоких горизонтов осадочного чехла, вследствие чего они часто слабо выражены в геофизических полях и плохо изучены. Таким образом, необходимо учитывать наличие невыявленных разломов, а также недостаточную изученность определенных типов разломных зон. К последним относятся зоны (пояса) региональной трещиноватости, пересекающие разновозрастные тектонические элементы и протягивающиеся на многие сотни километров при ширине до нескольких десятков километров. Этот тип «сквозных» разломных зон в последнее время становится объектом пристального изучения в связи с широким внедрением космических снимков [18—20, 22]. Очень важно, что результаты оптической фильтрации гидросети находятся в соответствии с данными космоснимков.

Общие закономерности в ориентировках рек и разломов вытекают из генетических связей структуры гидросети с сеткой разломов. Одной из основ такой связи являются крупнейшие региональные и трансрегиональные разломы (линеаменты в понимании В. Е. Хаина и других исследователей), протягивающиеся на сотни и первые тысячи километров и определяющие заложение и ориентировку долин различных речных систем. На картах веерной фильтрации они выделяются как широкие (от 50 до 200 км) «зоны концентрации» линейных элементов гидросети строго определенного направления (рис. 1 и 2). Крупнейшие линеаменты являются лишь частью весьма сложной по своей структуре сетки разломов,

основу которой составляет планетарная (С. С. Шульц), или общая (В. В. Белоусов) трещиноватость, иногда называемая регматической системой скалывания (Р. Зондер) или полимасштабной геотектонической решеткой (Г. Л. Поспелов). Главной особенностью последней является относительно правильное закономерное расположение разрывов одного порядка и одного направления. Действительно, как показывает анализ геолого-геофизических и геоморфологических данных по различным регионам Восточной Европы [16, 21, 22], а также результатов веерной фильтрации, трансрегиональные разломы расположены на расстоянии 600—650 км друг от друга, крупнейшие региональные — 200—300 км, региональные — 100—150 км, локальные разломы различных порядков — 30—50, 20 км и т. д. Эта особенность сетки разломов, впервые отмеченная еще У. Хоббсом в начале века, не проявляется в структуре гидросети в явной однозначной форме, а носит скрытый, завуалированный характер, что обусловлено целым рядом причин. Главная из них — неоднократное изменение структурного плана Восточно-Европейской платформы, в результате чего на каждом этапе происходило формирование новых систем разломов, их наложение на более древние и в силу этого общее усложнение сетки разломов. Кроме того, на структуру гидросети большое влияние оказывают и другие тектонические факторы, связанные с вертикальными (например, свободобразное воздымание) и горизонтальными движениями, а также экзогенные процессы.

Именно веерная фильтрация дает возможность в наиболее яркой, живой форме выявить значительную степень влияния планетарной трещиноватости на структуру гидросети. Из этого следует, в частности, что решетчатый тип рисунка гидросети имеет значительно большее значение, чем это принято считать.

В заключение отметим, что авторы не стремились к всестороннему рассмотрению структуры гидросети, а обратили внимание на те ее аспекты, которые тесно связаны с разломной тектоникой и позволяют показать большую эффективность оптических методов обработки картографических материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Потапов О. А.* Оптическая обработка геофизической и геологической информации. М.: Недра, 1977. 184 с.
2. Методические указания по аналоговой оптической аналитической обработке геолого-геофизической картографической информации. Л.: ВНИГРИ, 1977. 87 с.
3. *Harnett P. R., Barnett M. E.* Optical rose diagrams for lineament analysis, Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, section B. London, 1977, v. 86, p. 102.
4. *Копилевич Е. А., Шапиро Н. В., Рис Г. А., Востоков Е. Н.* Оптическая установка для автоматической обработки карт. — Разведочная геофизика, 1977, вып. 75, с. 9.
5. *Байбулатова З. К., Востоков Е. Н., Кофсман С. М.* Оптическая обработка геолого-геофизических и геоморфологических материалов при изучении акваторий. — Экспресс-информация. ВИЭМС. Морская геол. и геофизика, 1979, вып. 6, с. 1.
6. *Берлянт А. М.* Картографический метод исследования. М.: Изд-во МГУ, 1978. 254 с.
7. *Герасимов И. П.* Структурные черты рельефа земной поверхности территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 100 с.
8. *Мещеряков Ю. А.* Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 390 с.
9. *Николаев Н. И.* Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 392 с.
10. *Геренчук К. И.* Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины. — Зап. Геогр. о-ва Союза ССР. Нов. сер., т. 20. Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1960. 240 с.
11. *Ласточкин А. Н.* Соотношение гидрографической сети Западной Сибири с разломами фундамента и структурами осадочного чехла. — Геоморфология, 1972, № 1, с. 28.
12. Морфоструктурный анализ речной сети СССР (Под ред. Герасимова И. П. и Коржуева С. С.) М.: Наука, 1979. 302 с.
13. *Борисов А. А.* Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. М.: Недра, 1967. 303 с.
14. *Гафаров Р. А.* Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ (Восточно-Европейской, Сибирской и Северо-Американской). М.: Наука, 1976. 270 с.

15. Разломы и горизонтальные движения платформенных областей СССР/Ред. Пей-ве А. В., Беляевский Н. А., Суворов А. И. М.: Наука, 1977. 143 с.
16. Основные проблемы геологического строения Русской плиты (Под ред. Кратца К. О.) Л.: Наука, 1979. 120 с.
17. Беляевский Н. А., Суворов А. И., Унков В. А. и др. Карта разломов территории СССР и сопредельных стран м-ба 1:2 500 000.— В кн.: Тектоника Сибири. Новосибирск, 1980, с. 50.
18. Ероменко В. Я., Каттерфельд Г. Н. Использование космических снимков при изучении региональных и глобальных систем линейных элементов Земли.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 23.
19. Макаров В. И. Предварительная карта линейных элементов территории СССР.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 300.
20. Трофимов Д. М. Глубинная структура Восточно-Европейской платформы по данным дешифрирования космоснимков.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 21.
21. Володарский Р. Ф., Востоков Е. Н., Гилод Д. А. и др. Закономерности строения земной коры территории юга Европейской части СССР (по геофизическим данным).— Вестн. МГУ. Геол., 1971, № 4. 63 с.
22. Артамонов М. А., Востоков Е. Н., Шеремет О. Г. Разломная тектоника Балтийской синеклизы и прилегающих территорий по космическим и геолого-геофизическим данным.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1978, № 10, с. 141.
23. Лилленберг Д. А., Сетунская Л. Е., Благоволит Н. С., Горелов С. К., Никонов А. А., Розанов Л. Л., Серебрянный Л. Р., Фильвин В. А. Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений Европейской части СССР.— Геоморфология, 1972, № 1, с. 3.
24. Семенов Н. П. Фундамент Русской плиты.— Тектоника Европы. Объяснительная зап. к Международной тектонической карте Европы м-ба 1:2 500 000/Под ред. Богданова А. А., Муратова М. В., Шатского Н. С. М.: Наука, 1964, с. 50.
25. Былинский Е. Н., Востоков Е. Н. Главный водораздел Русской равнины, его тектоническая природа и гляциостатический механизм формирования.— Геоморфология, 1976, № 3, с. 26.
26. Шульц С. С. Планетарная трещиноватость (основные положения).— В кн.: Планетарная трещиноватость. Л.: Изд-во ЛГУ, 1973, с. 5.
27. Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфологии глобального рельефа Земли. Л.: Наука, 1968. 124 с.
28. Ласточкин А. Н. О планетарной и местной трещиноватости и ее выраженности в рельефе платформенных равнин.— Изв. Всес. геогр. о-ва, 1976, т. 108, № 2, с. 123.

ВНИИЗарубежгеология

Поступила в редакцию
8.II.1980

COMPLEX ANALYSIS OF DRAINAGE NET STRUCTURE AND FAULTS SYSTEM AT THE EAST EUROPEAN PLAIN USING OPTICAL TECHNIQUE OF DATA PROCESSING

VOSTOKOV E. N., KOFSMAN S. M., PIVOVAROVA T. A.

Summary

A technique is described of cartographic materials processing based on usage of optical-electronic devices. A considerable efficiency of the technique is shown with reference to East European Plain taking as an example maps of selected orientations and rose-diagrams of river valleys and fault lines direction. 8 main directions have been identified for river valleys and fault lines. Authors emphasize the importance of «planetary» fissures system for drainage net configuration.