

Д.М. КУРЛОВИЧ

НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ЗОНЫ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

GIS-techniques of structural-geomorphological analysis of the Belarusian Poozerye area according to the morphometric method of tectonic features recognition (after V.P. Filosofov) are considered. Recognized neotectonic structures and neotectonic active linear zones of the Belarusian Poozerye area are analyzed.

Морфометрический метод поисков тектонических структур, разработанный В.П. Философовым [1], является одним из основных структурно-геоморфологических методов. Он позволяет на основе изучения по топографическим картам рисунка долинной сети, асимметрии долин, водоразделов, бассейнов и анализа специально составляемых карт выявлять особенности тектонического строения территории. Долгое время считалось, что рельеф и гидрография территорий, подвергшихся континентальному оледенению и являющихся итогом сложных ледниково-эрозионных и ледниково-аккумулятивных процессов, не могут отражать тектонические структуры. Ряд исследований показали высокую эффективность метода в условиях ледниково-аккумулятивного рельефа [1–3]. При высокой эффективности, сравнительной простоте и невысоких затратах средств метод является довольно трудоемким из-за необходимости анализа большого количества топографических карт и расчета широкого ряда морфометрических показателей. Эффективным способом решения данной проблемы видится привлечение в исследования географических информационных систем (ГИС).

Методика исследования

Согласно методике В.П. Филофова, предлагается построение целого ряда различных карт: порядков долин и водораздельных линий, базисных поверхностей, остаточного рельефа, вершинных поверхностей, локального размыва, разностных поверхностей, монобазисных и моновершинных поверхностей, асимметрии форм рельефа и др. Из перечисленных для территории Белорусского Поозерья были построены карты порядков долин, базисных поверхностей различных порядков, остаточного рельефа и разностных поверхностей между базисными поверхностями различных порядков. Первоначальная методика была доработана с учетом применения ГИС (рис. 1).



Рис. 1. Методика структурно-геоморфологического анализа Белорусского Поозерья

Структурно-геоморфологический анализ проводился с помощью ArcGIS 9. Был создан ГИС-проект «Неотектоника Белорусского Поозерья», включающий следующие векторные группы слоев: топографическая подложка (горизонталы, реки и водоемы), цифровая модель рельефа (grid и TIN), морфометрия рельефа (порядки долин, базисные поверхности различных порядков, явный остаточный рельеф, разности между базисными поверхностями), структурные поверхности (кровли кристаллического фундамента, рифейских, вендских, кембрийских, ордовикских, девонских отложений, а также кровли ледниковых и межледниковых горизонтов (подгоризонтов) четвертичных отложений), неотектоника (неотектонические структуры и неотектонически активные линейные зоны). Работы по созданию ГИС-проекта были разделены на этапы.

На *первом этапе* путем автоматической и полуавтоматической векторизации топографических карт были получены цифровые слои топографической подложки. Отсканированные топографические карты масштаба 1:100 000 были обработаны в программе Adobe Photoshop с помощью специальных фильтров для того, чтобы выделить из них отдельно красно-коричневую и сине-голубую цветовые составляющие. Таким образом, рельеф и гидрография были разделены на два отдельных растровых изображения. Векторизация осуществлялась в ArcMap с помощью модуля ArcScan. Была создана grid-модель гипсометрической поверхности с помощью функции Topo to Raster модуля ArcGIS

Нарочанский купол как субрегиональная структура Нарочанско-Плещеницкой седловины проявляется в рисунке изобазиты 160 м на картах базисных поверхностей 5-, 6- и 7-го порядков. Это зона относительно больших неотектонических поднятий по сравнению с Полоцкой депрессией (мульдой). Дополнительным подтверждением наличия данной положительной неотектонической структуры служили приуроченность локального остаточного рельефа к ее крыльям и сводам, а также высокие разности между базисными поверхностями различных порядков. Согласно анализу состава и распределения мощностей слагающих Нарочанский купол отложений основное время его формирования – вторая половина среднего и преимущественно поздний плейстоцен (лепельская фаза поозерского оледенения).

Локальные положительные неотектонические структуры. По базисными поверхностям 6-, 5- и 4-го порядков с привлечением дополнительных карт порядков долин, остаточного рельефа и разностей между базисными поверхностями на территории Белорусского Поозерья были выделены положительные локальные неотектонические структуры 1-го порядка – всего семнадцать (см. рис. 2).

Некрашунская и Нарковичская локальные положительные структуры расположены в пределах Нарочанско-Плещеницкой седловины. Судя по составу и мощностям слагающих отложений, основное время их формирования – вторая половина среднего и преимущественно поздний плейстоцен (оршанская стадия (в северной части Нарковичской структуры – лепельская фаза) поозерского оледенения). Неотектонические структуры – унаследованные. Они наложены на Вилейский погребенный выступ Белорусской антеклизы и погребенную Центрально-Белорусскую равнину, выраженную в рельефе кровли дочетвертичной поверхности. Восходящие неотектонические движения начали проявляться с начала позднего олигоцена.

Даугауляйская структура окаймляет Полоцкую депрессию с запада. Основное время ее формирования – поздний плейстоцен (браславская фаза оршанской стадии поозерского оледенения). Структура не является унаследованной. Она наложена на Вилейский погребенный выступ Белорусской антеклизы и погребенную Северо-Белорусскую низину, выраженную в кровле дочетвертичных отложений. Восходящие движения начали проявляться с начала/середины позднего плейстоцена.

Воропаевская, Даниловичская и Новодруцкая положительные структуры окаймляют Полоцкую депрессию с юго-запада. Основное время их формирования – вторая половина среднего и преимущественно поздний плейстоцен (лепельская фаза оршанской стадии поозерского оледенения). Структуры являются унаследованными. Они наложены на Вилейский погребенный выступ и погребенную Центрально-Белорусскую равнину. Восходящие неотектонические движения стали проявляться с начала позднего олигоцена.

Миорская локальная структура осложняет запад Полоцкой депрессии. Время ее формирования – вторая половина среднего и поздний плейстоцен (лепельская и браславская фазы оршанской стадии поозерского оледенения). Неотектоническая структура не является унаследованной. Она наложена на Вилейский погребенный выступ Белорусской антеклизы и погребенную Северо-Белорусскую низину. Восходящие неотектонические движения начали проявляться с середины среднего плейстоцена.

Задежская структура расположена в пределах Полоцкой депрессии. Состав и мощности слагающих ее отложений свидетельствуют о том, что она начала формироваться в конце позднего плейстоцена. Структура является унаследованной по отношению к погребенной Центрально-Белорусской равнине. Слабые восходящие неотектонические движения начали проявляться с начала позднего олигоцена.

Артейковичская локальная структура расположена в центральной части Полоцкой депрессии. Преимущественный возраст формирования – конец позднего плейстоцена. Структура не является унаследованной. Она наложена на Латвийскую седловину и погребенную Северо-Белорусскую низину. Восходящие неотектонические движения начали проявляться со второй половины позднего плейстоцена.

Кубличская, Лепельская и Зеленоостровская локальные неотектонические структуры окаймляют Полоцкую депрессию с юга. Проанализировав состав и мощности слагающих данные структуры отложений, можно сделать вывод, что основное время их формирования – поздний плейстоцен (оршанская стадия поозерского оледенения). Они наложены на Вилейский погребенный выступ Белорусской антеклизы. Кубличская структура наследует погребенную Центрально-Белорусскую равнину, а Лепельская и Зеленоостровская – погребенную Северо-Белорусскую низину. Восходящие неотектонические движения начали проявляться с начала позднего олигоцена (Кубличская структура) и со второй половины среднего плейстоцена (Лепельская и Зеленоостровская структуры).

Мишковичская структура осложняет восток Полоцкой депрессии. Основное время ее формирования – поздний плейстоцен (лепельская фаза оршанской стадии поозерского оледенения). Неотектоническая структура не является унаследованной. Она наложена на Оршанскую впадину и погребенную Северо-Белорусскую низину. Восходящие движения начали проявляться со второй половины среднего плейстоцена.

Прудовская, Сенненская, Массоровская и Витебская положительные структуры окаймляют Полоцкую депрессию с северо-востока, востока и юго-востока. Состав и мощности слагающих данные структуры отложений свидетельствуют о том, что основное время их формирования – поздний плейстоцен (оршанская стадия (северная часть Витебской структуры – лепельская фаза, Прудовская структура – браславская фаза) поозерского оледенения). Они наложены на Оршанскую впадину (Витебская структура на Витебскую мульду). Структуры наследуют погребенное Восточно-Белорусское плато. Восходящие движения начали проявляться с начала позднего олигоцена.

Новейшие региональные, субрегиональные и локальные 1-го порядка структурные формы осложнены многочисленными малоамплитудными локальными поднятиями 2-го порядка (см. рис. 2). Они выявлялись по рисунку изобазит 4-го и 3-го порядков с привлечением карт порядков долин, остаточного рельефа и разностей между базисными поверхностями. Структуры 2-го порядка вырисовываются чаще всего в виде структурных наносов различных конфигураций. Встречаются и замкнутые изобазиты, характеризующие изометрические и валообразные положительные локальные структуры.

Часть таких мелких элементов неотектонической структуры Поозерья может быть обусловлена экзогенными процессами и представлять собой фрагменты речных долин, ледниковые ложбины, гляциодиапиры, моллисол-диапиры, погребенные субэрозионные и карстовые западины, просадки, обусловленные неравномерным постседиментационным уплотнением отложений и т. д. Достаточно аргументированное решение вопроса о преимущественно тектоническом либо атектоническом генезисе таких форм возможно только на основе комплексного анализа детальных геологических и других данных, которые имеются лишь для отдельных хорошо изученных площадей.

Подавляющее большинство локальных неотектонических структур 2-го порядка сформировалось на протяжении среднеплейстоцен-голоценового отрезка новейшего геохронологического интервала. Большинство положительных локальных неотектонических структур 1-го и 2-го порядков повторяют контуры кольцевых структур, выделенных по результатам интерпретации космоснимков [5].

Неотектонически активные линейные зоны (разломы) Белорусского Поозерья. Для выявления неотектонически активных линейных зон (разломов) анализировался характер рисунка базисных поверхностей 3-го и 4-го порядков. Характерными признаками определения данных зон (разломов) являлись заливообразный рисунок изобазит, резкое уменьшение заложения между изобазитами, которые нередко образуют четко выраженные полосы, изгибы изобазит или резкое изменение заложения между несколькими соседними изобазитами. Неотектонически активные линейные зоны (разломы) территории Белорусского Поозерья встроены в общую систему новейших разрывных нарушений платформенных областей Центрально-Европейского региона [6].

Неотектонически активные линейные зоны (разломы) были сопоставлены с известными разломами кристаллического фундамента, что позволило выделить среди них два основных класса: зоны (разломы), представляющие собой активизированные фрагменты разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла, и зоны (разломы), проявившиеся на неотектоническом этапе.

Неотектонически активные линейные зоны (разломы), представляющие собой активизированные фрагменты разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла, наследуют (совпадают или близки по своему пространственному положению и ориентировке) фрагменты ранее существовавшей сети платформенных или доплатформенных дизъюнктивов. Такие линейные зоны (разломы), проявившиеся на неотектоническом этапе, имеют небольшую амплитуду либо представляют собой протяженные системы субпараллельных мегатрещин (без- или малоамплитудных нарушений, флексур, зон повышенной трещиноватости), которые пространственно не связаны с древними разломами.

Новейшие нарушения неравномерно распределены по территории Белорусского Поозерья. Большинство из них группируется в протяженные флексурно-разломные зоны, часто пересекающие всю территорию региона и даже выходящие на смежные площади. Всего на территории Поозерья было выделено 19 основных неотектонически активных линейных зон (разломов), представляющих собой активизированные фрагменты разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла, и несколько десятков линейных зон (разломов), проявившихся на неотектоническом этапе (рис. 3).

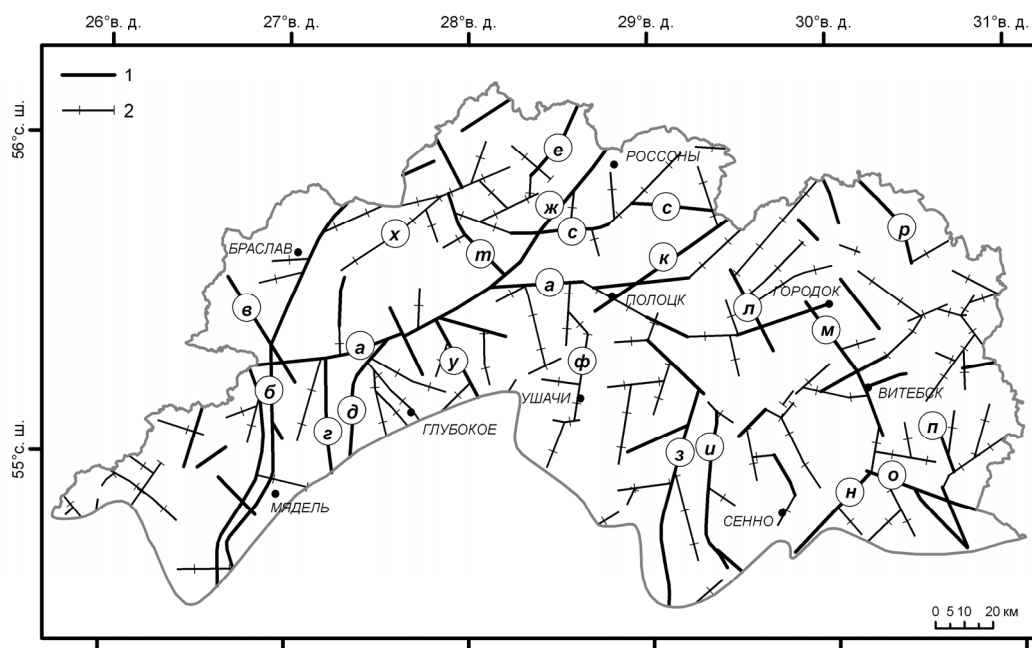


Рис. 3. Неотектонически активные линейные зоны (разломы) Белорусского Поозерья, выделенные на основании структурно-геоморфологического анализа.

Неотектонически активные линейные зоны (разломы): 1 – представляющие собой активизированные фрагменты разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла, 2 – проявившиеся на неотектоническом этапе. На карте обозначены основные неотектонически активные линейные зоны (разломы): а – Полоцкая, б – Поставско-Браславская, в – Богинская, г – Воропаевская, д – Козловщинская, е – Миловидовская, ж – Борковичская, з – Чашникская, и – Усвейская, к – Полоцкая, л – Обольская, м – Витебская, н – Заозерьевская, о – Лучосенская, п – Веретейская, р – Ловатская, с – Дрисненская, т – Верхнедвинская, у – Мнютненская, ф – Ушачская, х – Вятская

Среди нарушений ортогональной системы намечается 6 основных зон субмеридиональной ориентировки: Поставско-Браславская, Воропаевская, Козловщинская, Чашникская, Усвейская, Ушачская. Первая из них наследует фрагменты Дятловского, Воложинского и Браславско-Освейского разломов доплатформенного заложения, вторая – Кореличского, третья – Ивацевичского, четвертая – Чашникского, пятая – Бешенковичского, шестая, Ушачская зона, проявилась на неотектоническом этапе.

Выделено 13 активных зон (разломов), составляющих диагональную систему. Неотектонически активные линейные зоны северо-восточного простирания: Миловидовская, Полоцкая, Заозерьевская, Борковичская, Вятская. Первая представляет собой активизированные фрагменты Кореличского разлома кристаллического фундамента, вторая – Глубокского. Вятская зона проявилась на неотектоническом этапе. Среди зон северо-западного простирания отмечают: Богинская, Мнютненская, Верхнедвинская, Обольская, Витебская, Лучосенская, Веретейская, Ловатская. Богинская зона наследует фрагмент Докшицкого разлома доплатформенного заложения, Обольская – Богушевского, Витебская – Витебского, Веретейская и Ловатская – Руднянского.

Основные зоны субширотного простирания – Полоцкая и Дрисненская. Они, как и ряд небольших зон того же простирания, а также диагональной системы, представляют собой фрагменты активизированных разломов Полоцко-Курземского пояса.

Геологические данные свидетельствуют о проникновении разрывных нарушений кристаллического фундамента и осадочного чехла в толщу четвертичных отложений и молодом (не древнее среднего плейстоцена) возрасте многих зон (разломов). Признаками дифференцированных движений по неотектонически активным линейным зонам (разломам) являются нарушения первоначального залегания отложений, выраженные в форме уступов, флексур, разрывов слоев, резкое изменение мощности и состава аккумуляций на разных крыльях активной зоны, локализация над такой зоной конечно-моренных, озовых и других гряд, совпадающих с ней по простиранию, расположение непосредственно над разломом крупных гляциодислокаций и эрозионных врезов [6].

Прикладные аспекты исследований. Основные прикладные аспекты исследований – использование результатов структурно-геоморфологического анализа для повышения эффективности геологосъемочных и геолого-поисковых работ на различные виды полезных ископаемых, оценка геологического риска при проектировании, строительстве и эксплуатации ответственных инженерных сооружений, моделирование зон затопления территории паводковыми водами, оценка геоморфологического риска и антропогенного воздействия на рельеф.

* * *

Для территории Белорусского Поозерья был выполнен детальный структурно-геоморфологический анализ по морфометрическому методу поисков неотектонических структур В.П. Философова.

На основе сопряженного пространственного анализа созданных морфометрических карт для территории Белорусского Поозерья было подтверждено наличие и пространственное положение выявленных ранее региональных и субрегиональных неотектонических структур [4, 6], а также выделен ряд положительных локальных (1-го и 2-го порядков) структур. Установлено, что часть неотектонических структур Белорусского Поозерья имеет унаследованный стиль строения по отношению к дочетвертичным платформенным структурам, а часть – наложенный. Преобладающий возраст формирования структур – вторая половина среднего и поздний плейстоцен.

В соответствии с проведенным структурно-геоморфологическим анализом на территории Белорусского Поозерья были выделены неотектонически активные линейные зоны (разломы). Сопоставление данных зон (разломов) с известными разломами кристаллического фундамента [6] позволило определить среди них два основных класса: зоны (разломы), представляющие собой активизированные фрагменты разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла, и зоны (разломы), проявившиеся на неотектоническом этапе.

Обозначены основные прикладные аспекты исследований.

1. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов, 1975.
2. Медушевская И.А. // Материалы Четвертой конференции геологов Белоруссии и Прибалтики. Мн., 1966. С. 70.
3. Шляупа А. Неотектоническая структура Литвы и сопредельной территории. Вильнюс, 2001.
4. Карабанов А.К., Левков Э.А. // Геология Беларуси. Мн., 2001. С. 573.
5. Губин В.Н., Ковалев А.А. Космическая геология Беларуси. Мн., 2008.
6. Разломы земной коры Беларуси. Мн., 2007.

Поступила в редакцию 11.01.10.

Дмитрий Мирославович Курлович – ассистент кафедры почвоведения и геологии.