В.И.Макаров, А.К.Соколовский, Н.В.Макарова,
Н.И.Корчуганова, Т.В.Суханова
Московская геолого-разведочная академия

УДК 551.24+551.248.1(924.81/.82)

ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Геодинамически активные зоны представляют собой неотектонические линейные структуры, которые разделяют блоки земной коры различного ранга и в которых происходит взаимодействие этих блоков. Такие зоны характеризуются относительно высоким напряженным состоянием. Мера активности их зависит от амплитуд тектонических движений, типа этих движений и характера взаимодействия блоков. Активность таких зон хорошо отражена в рельефе и влияет на экологическое состояние речных долин и экологическую безопасность пользования.
Рассмотрены тектоническая структура и геоморфологическая выраженность, условия и история формирования ряда геодинамически активных зон разных рангов и масштабов, глубин заложения, размеров и времени развития: Окско-Донского прогиба с его внутренними зонами второго порядка в центральной части Русской плиты, Уржум-Оренбургской зоны структурных несогласий на востоке той же плиты, Кулой-Нижнепинежской зоны на самом севере Русской плиты и ряда других.

Geodynamically active zones are neotectonic linear structures which separate blocks of the Earth's crust of different ranks and in which those blocks interact with each other. For this reason such zones are of relatively high stress state. The measure of activity of such zones depends on the tectonic movements amplitudes, types of those movements and style of the blocks interaction. Their activity is reflected well in the relief. Environmental meaning of such zones was estimated.
Tectonic structure and geomorphological appearance, conditions and history of formation of some geodynamically active zones were studied. They are of different ranks and scales, deapth of seating, sizes and age. They are Oka-Don trough with its inner zones of the second order at the center of the Russian plate, Urzhum-Orenburg zone of structural discordancy at the East of the same plate, Kuloy-Low Pinega zone at the northernmost part of the Russian plate and some other.

Геодинамически активные зоны представляют собой неотектонические линейные структуры, которые разделяют блоки земной коры различного ранга и в которых происходит взаимодействие этих блоков. Такие зоны характеризуются относительно высоким напряженным состоянием, в их пределах развиваются активные процессы эндогенного ряда, а также прямо или опосредованно связанные с ними экзогенные процессы. Степень активности таких зон зависит от многих факторов, в числе которых, в первую очередь, необходимо назвать общее положение в региональной структуре платформы и положение относительно областей активного тектогенеза, амплитуды тектонических движений, природу и тип этих движений и характер взаимодействия блоков.

Геодинамически активные зоны являются составной частью геологической среды и проявлены деформациями различных объемов земной коры и земной поверхности. Большинство геодинамически активных зон платформы характеризуется малыми амплитудами и градиентами новейших движений, различной, но, как правило, достаточно яркой выраженностью в рельефе. Чаще всего они проявлены зонами повышенной трещиноватости горных пород. Теоретические основы, методики и технология выявления и изучения новейших и современных геоди-

намически активных зон платформенных областей разработаны В.И.Макаровым*

В зависимости от масштаба и ранга геодинамически активные зоны имеют различные глубину заложения, протяженность, ширину, время и режим развития. Крупные геодинамические зоны могут возникать в результате латерального взаимодействия геодинамических систем глобального и трансрегионального порядка или перераспределения глубинных масс литосферы.

Изучение геодинамически активных зон Восточно-Европейской платформы проводилось в соответствии с современными представлениями о тектонике и геодинамике континентов, с концепцией тектонической расслоенности литосферы, с представлениями о геодинамических системах и их динамическом взаимодействии и взаимовлиянии на основе признания множественности источников тектонических сил и их совокупного воздействия на любой объем земной коры. Использованы как традиционные методы анализа новейших и современных деформаций, так и специальные методы выявления и картирования скрытых мало- и безамплитудных геодинамически активных зон. Для изучения зон трещиноватости горных пород над разломами и флексурами фундамента и (или) осадочного чехла применялись тектонофизические, геохимические и гидрогеологические методы, дешифрирование линеаментов по аэро- и космическим снимкам.

Для определения геодинамических условий формирования активных зон и их кинематики использованы методы изучения напряженного состояния земной коры и структурных рисунков новейших и современных деформаций земной коры, а также ранговый и системный подходы, предусматривающие рассмотрение иерархической соподчиненности структур в их взаимосвязи с другими структурными формами разных порядков.

Геодинамически активные зоны в пределах Восточно-Европейской платформы располагаются как во внутренней ее части, так и по периферии. Они формировались в различных геодинамических обстановках (растяжения, сжатия, сдвига и их комбинаций) в зависимости от характера взаимодействия блоков и степени воздействия на них со стороны смежных геодинамических систем.

Полевые исследования проводились нами в пределах Окско-Донского прогиба, Калачской возвышенности, южного склона Воронежского щита, в западной части Мезенской впадины. Изучались геологическое и структурно-геоморфологическое строение эталонных участков, закономерности строения и деформации речных террас и пойм, эрозионно-денудационных уровней и других форм рельефа, а также неоген-четвертичных отложений. В обнажениях и карьерах замерялась трещиноватость четвертичных и разновозрастных подстилающих отложений при статистически представительном количестве замеров для определения напряженного состояния горных пород и кинематики деформаций в пределах геодинамически активных зон. На отдельных эталонных объектах проведена радоновая съемка.

Изучены складчатые и разрывные структурные элементы, образующие отдельные сегменты геодинамически активных зон, установлены аномальные участки в их пределах и степень их современной активности, проявление их в геохимических полях, гидрогеологических особенностях строения, характере экзогенных процессов и формах рельефа; определены амплитуды и скорости отрицательных и положительных тектонических движений в пределах отдельных сегментов геодинамических зон как за неоген-четвертичный этап, так и на отдельных стадиях их активного развития, степень их современной активности и возможного негативного воздействия на окружающую среду.

Примером крупной геодинамически активной зоны Восточно-Европейской платформы является Окско-Донской меридиональный прогиб протяженностью более 500 км при средней ширине до 150 км, разделяющий древние поднятия Воронежского и Токмовского сводов в их неотектониче-

* *Макаров В.И.* Региональные особенности новейшей геодинамики платформенных территорий в связи с оценкой их тектонической активности // Недра Поволжья и Прикаспия. 1996. Вып.3.

ских контурах. Анализ геологического строения и развития прогиба показывает, что его заложение относится к протерозою; на протяжении всего фанерозоя он проявлялся как неоднородность земной коры, отличаясь от окружающих территорий знаком движения и их амплитудами. Особенно отчетливо прогиб обособился в новейший тектонический этап, начиная с миоцена. Особенностью его новейшей тектонической структуры является резкое преобладание субмеридиональных направлений составляющих ее элементов. Продольная зональность прогиба осложняется поперечными ступенями-порогами, в пределах которых продольные зоны испытывают общие ундуляции. На участках интерференции продольных и поперечных зон прогибов отмечается аномально глубокое залегание кровли дочетвертичных отложений (города Тамбов, Мичуринск). В четвертичное время структура прогиба была значительно более дифференцирована, что повлияло на распределение генетических типов отложений, их фаций и мощности. Четвертичные поднятия являются, как правило, инверсионными по отношению к миоценовым прогибам, а четвертичные прогибы унаследованы от плиоценовых. Продольная зональность имеет ярко выраженные геоморфологические, структурные и геохимические признаки растяжения земной коры.

Рассмотрены возможные различные источники и механизмы формирования Окско-Донского прогиба: латеральное давление со стороны Африкано-Аравийской системы литосферных блоков, Периаравийского сегмента Альпийского пояса, Фенно-Скандинавского массива, молодой Арктической рифтовой системы, Уральского орогена, Каспийской системы глубинных прогибов; глубинные процессы в самом прогибе и смежных областях; изостатические и инерционные силы* Предполагается, что заложение и развитие Окско-Донского прогиба более всего связано с глубинными процессами: поднятием мантийного вещества, уменьшением мощности земной коры, а также некоторым ее относительным утяжелением. В целом Окско-Донской прогиб трактуется как глубинного заложения зона растяжения и прогибания земной коры. Его морфологические особенности свидетельствуют о раздвиговой кинематике зон продольных прогибов.

В пределах Окско-Донского прогиба наиболее активными являются меридиональные зоны прогибов второго порядка и отражающие их линеаменты. К ним приурочены речные долины, являющиеся источниками водоснабжения многих городов и поселков. Установлено, что во многих случаях с этими зонами связаны повышенные содержания радона и гелия, утечки газа из газохранилищ, техногенные загрязнения подземных вод вследствие миграции вдоль них загрязняющих компонентов в аллювиальных толщах.

На широте Калачского поднятия, поперечного относительно Окско-Донского прогиба, последний фактически замыкается или, по крайней мере, преломляется, отклоняясь на восток. В полосе Донбасса и вала Карпинского прогиб как таковой не прослеживается. Вместе с тем отдельные его зоны могут иметь продолжение и здесь в качестве более или менее отчетливых субмеридиональных линеаментов, которые прослеживаются достаточно далеко в область Предкавказья и северного склона Большого Кавказа. В частности, далеко на юг прослеживается крайняя восточная отрицательная меридиональная зона Окско-Донского прогиба.

В пределах новейших поднятий, развитых на древних структурах: Донецком прогибе и Ростовском выступе, отмечается целый ряд зон значительно меньшего масштаба, но характеризующихся активностью в плиоцен-четвертичное время. Это субширотная Персиановская зона, наследующая древний глубинный одноименный разлом, и ряд поперечных, меридиональных, зон в пределах Азовского поднятия. В этих зонах наблюдались четвертичные складчатые и разрывные дислокации.

* *Макаров В.И.* О геодинамических условиях формирования Окско-Донского прогиба и Окско-Цнинского вала (Русская плита) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 1.

На востоке Русской плиты на несколько сотен километров при ширине около 50 км протягивается Уржум-Оренбургская региональная зона новейших дислокаций северо-западного простирания. В целом эта зона разделяет области с ярко выраженными несогласными структурно-орографическими планами, относящиеся к различным геодинамическим системам: на востоке – Уральской, на западе и юге – Каспийской. Уржум-Оренбургская зона является элементом большого геодинамического значения. Она интерпретируется как регионального порядка трансгрессивная зона, для которой характерны условия сжатия и правосдвиговых напряжений. Она проявлена широким развитием линеаментов северо-западного простирания, которые представляют, по-видимому, зоны сколовых трещин.

Среди активных зон крайнего севера Восточно-Европейской платформы рассмотрена Кулойско-Нижнепинежская меридиональная зона длиной около 100 км и шириной 10-15 км. С нею связана интенсивная трещиноватость сульфатных отложений пермского возраста, широкое развитие карста, сильное загрязнение грунтовых вод сульфатами.

С геодинамически активными зонами связаны проблемы безопасности экологически опасных сооружений и производств, а также обеспечение экологически безопасного недропользования.

Геодинамически активные зоны характеризуются повышенной трещиноватостью и проницаемостью геологической среды и вследствие этого активным горизонтальным и вертикальным водо-, газо- и теплообменом, в том числе часто с приповерхностными весьма загрязненными горизонтами (Окско-Донской прогиб, г.Тамбов, загрязнение питьевой воды химическими отходами). Возможен дальний перенос загрязненных вод и газов от источников загрязнения (миграция газа из Касимовского или Щелковского газохранилищ по трещиноватым меридиональным зонам структурных понижений). Наблюдается подток засоленных или минерализованных вод, содержащих как полезные, так и вредные примеси (бор, сульфаты в районе Касимова, радон по всем меридиональным зонам, азот в районе Ростова-на-Дону, сульфаты в Кулойско-Нижнепинежской зоне). С геодинамически активными зонами связана повышенная активность экзогенных процессов: суффозия, карст, оползни, подтопление. Практически все эти процессы проявлены в описанных выше зонах.

Несмотря на малые амплитуды тектонических движений геодинамически активные зоны являются опасными для целого ряда инженерных сооружений, разрушение которых может привести к экологическим катастрофам. По этой причине они должны приниматься в расчет при проектировании и эксплуатации многих инженерных сооружений, особенно, атомных электро- и тепловых станций, магистральных продуктопроводов, комплексов захоронения радиоактивных и других токсичных отходов. Геодинамически активные зоны могут также характеризоваться аномалиями геофизических и геохимических полей, вызывающих геопатогенные явления. Это определяет актуальность изучения геодинамически активных зон.