

УДК 551.248.2 (470.34)

Н.В. Макарова¹, В.М. Макеев², Т.В. Суханова³, П.С. Микляев⁴, А.Л. Дорожко⁵,
И.В. Корובה⁶

НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА НИЖНЕОКСКОГО РАЙОНА (РУССКАЯ ПЛИТА)

Новейшие структуры Нижнеокского региона формируются в разных геодинамических условиях. Об этом свидетельствуют их морфология, ориентировка, внутреннее строение, а также результаты замеров трещиноватости пород. Субмеридиональная структура Окско-Цнинского вала формируется под действием растяжения, причинами которого, возможно, являются внутренние источники сил, а также латеральное давление, исходящее с юга, от Альпийского пояса. Широтные структуры северо-западного склона Токмовского свода возникли в результате его сводового поднятия и расширения. Сопряжение разноориентированных структур происходит в Окско-Муромском прогибе, представляющем собой геодинамически активную зону.

Ключевые слова: новейшая структура, поднятие, прогиб, геодинамика, линеамент, напряжение.

Neotectonic structures of the Nijneokski region are forming under different geodynamic conditions. Their morphology, orientation, inner structure and jointing are attested about this. The structures of Oksko-Thsninski arc are forming by tension outleting from inner source and stress from Alpien belt. The latitude orientated structures of the north-west slope of Tokmovski arc are resulting of his uplift and widening. All these structures are conjugated inside Oksko-Muromski downwarp, as an active geodynamic zone.

Key words: neotectonic structure, uplift, downwarp, geodynamics, lineament, stress.

Введение. На платформенных территориях, особенно в их плитных частях, преобладают новейшие структурные формы, характеризующиеся небольшой амплитудой тектонических движений, едва превышающей несколько сотен метров. Как правило, это очень пологие малоградиентные поднятия и прогибы (изгибные деформации, по В.И. Макарову), иногда слабовыраженные в современном рельефе. Коррелятивные им новейшие отложения чаще всего представлены лишь образованиями четвертичного возраста, тогда как реперные палеоген-неогеновые отложения или отсутствуют, или развиты спорадически, к ним чаще всего относятся погребенные аллювиальные, реже морские осадки. Трудность изучения новейших структур заключается в плохой обнаженности территорий, а в областях древних оледенений обусловлена еще и развитием сплошного моренного покрова. В этих условиях при изучении новейших структур главным методом становится *структурно-геоморфологический*, используемый как в полевых, так и камеральных условиях. Он дополняется геологическими, геофизическими, картографическими, космическими материалами, данными бурения, анализом фаций и мощности четвертичных отложений,

изучением линеаментов и трещиноватости пород. На основании этого можно не только выделять новейшие тектонические структуры, но и определять их морфологию (длину, ширину, симметричное или асимметричное строение и др.), восстанавливать историю геологического развития, характер наследования древних деформаций, амплитуду, геодинамические условия формирования и развития, а также выявлять степень современной тектонической активности. Последняя определяет развитие опасных экзогенных процессов, учитывать которые необходимо при оценке устойчивости территорий, на которых уже построены или проектируются различные сооружения (АЭС, ГЭС, резервуары для химических отходов и др.).

В последние годы развивается понятие о геодинамически активных зонах платформ. Они представляют собой зоны сопряжения и взаимодействия блоков и полей разного ранга, в пределах которых новейшие структуры формируются в разных геодинамических условиях [Макаров, 1996; Макаров, Макарова, 2003; Макаров и др., 2007]. В таких зонах возможна концентрация дополнительных тектонических напряжений, которые могут негативно влиять на окружающую среду — вызывать развитие опасных

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент; *e-mail:* vladim-makarov.@yandex.ru

² Институт геоэкологии РАН имени Е.М. Сергеева, и.о. зав. лабораторией, канд. геол.-минер. н.; *e-mail:* vmakeev@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент; *e-mail:* tanikamgu@mail.ru

⁴ Институт геоэкологии РАН имени Е.М. Сергеева, ст. науч. с., канд. геол.-минер. н.; *e-mail:* peterm7@inbox.ru

⁵ Институт геоэкологии РАН имени Е.М. Сергеева, мл. науч. с.; *e-mail:* a_dorozhko@mail.ru

⁶ Институт геоэкологии РАН имени Е.М. Сергеева, науч. с.; *e-mail:* irakorv@mail.ru

экзогенных процессов, повышенную трещиноватость пород, флюидо- и газопроницаемость и др. Один из таких районов, где сочленяются структуры, развивающиеся в разных геодинамических условиях, — Нижнеокский, охватывающий долину р. Ока в ее нижнем течении, недалеко от впадения ее в Волгу, и прилежащие территории. Кратко охарактеризуем новейшие структуры этого района и выскажем предположения о возможных геодинамических условиях их формирования.

Положение Нижнеокского района в региональной новейшей структуре и неотектоническое районирование. Его территория находится на северо-западном склоне новейшего Токмовского поднятия. Последнее наследует древний Токмовский свод, развивающийся как положительная структура с некоторыми перерывами на протяжении всей геологической истории,

начиная с докембрия. В рельефе к нему относится северо-западный склон Приволжской возвышенности и сопряженные с ним на западе Окско-Донская равнина или низменность (ее северная часть) и равнина Низменного Заволжья (или Волго-Ветлужская впадина на севере).

На мелкомасштабных (1: 5 000 000) неотектонических картах, составленных в разное время под редакциями Н.И. Николаева [Карта новейшей..., 1979] и А.Ф. Грачева [Карта новейшей тектоники..., 1996], а также на более крупномасштабной (1: 1 500 000) карте геоморфолого-неотектонического районирования нечерноземной зоны под редакцией В.И. Бабака [1984] этот район отнесен к области проявления слабых и умеренных неотектонических движений, амплитуда которых не превышает 150–200 м. В 1997 г. В.И. Макаровым составлен мелкомасштабный схематический

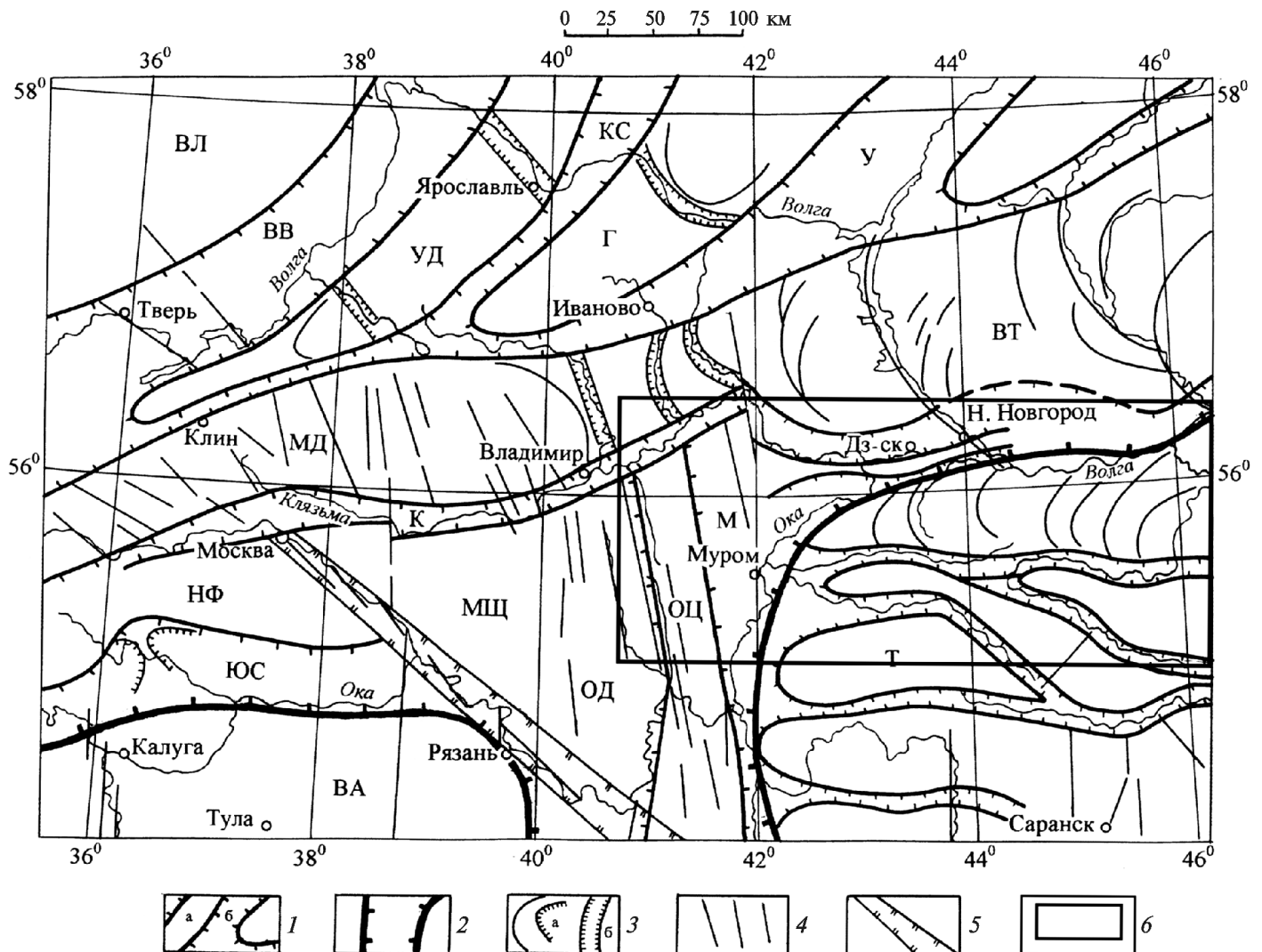


Рис. 1. Структурно-геоморфологический план Московско-Нижегородского региона [Макаров, 1997]: 1 — обобщенные контуры зон эрозионно-тектонических поднятий (а) и понижений (б); 2 — контуры крупных тектонических структур: Воронежской антеклизы (ВА), Токмовского свода (Т) и Окско-Донского прогиба (ОД); 3 — характерные контуры эрозионного рельефа — структурные линии развивающихся валообразных поднятий (а), в том числе антецедентные участки речных долин (б); 4 — линеаменты; 5 — Московщезско-Рязанская линеаментная зона; 6 — границы района (см. рис. 2).

Поднятия: ВЛ — Валдайское, УД — Угличско-Даниловское, Г — Галичское, МД — Московско-Дмитровское, ВТ — Ветлужский вал, НФ — Наро-Фоминское, ОЦ — Окско-Цнинский вал; относительно опущенные зоны: ВВ — Верхневолжская, КС — Кострома-Сухонская, У — Унженская, К — Клязьминская, ЮС — Южно-Серпуховская, МЩ — Мещерская, М — Муромская

структурно-геоморфологический план Московско-Нижегородского региона, на котором показаны основные новейшие структуры, в том числе на исследуемой нами территории (рис. 1). Более подробная характеристика этих структур приводится ниже.

На основе плана В.И. Макарова [Макаров, 1997] нами выделены три области, существенно отличающиеся новейшим тектоническим строением: I — Западная, II — Восточная и III — Центральная (рис. 2). В Западной области — Окско-Цнинской — преобладают структуры субмеридионального простирания. Восточная область — Павловско-Княгининская — характеризуется развитием крупных субширотных структур, резко контрастирующих по ориентировке со структурами Окско-Цнинской области. Центральная область — Окско-Муромская — служит разделом между двумя первыми областями. В ее пределах сопрягаются и взаимодействуют структуры субмеридионального и широтного простирания.

Характеристика новейших структур. I. Западная область представляет собой северную часть новейшего *Окско-Цнинского вала* (рис. 2). Для структуры вала характерна преобладающая ярко выраженная субмеридиональная ориентировка. По отношению к герцинскому поднятию, имеющему дугообразную форму, обращенную выпуклостью на запад, в новейшей структуре наследуется его центральная субмеридиональная часть. Новейший вал так же, как и древняя структура, асимметричен. Его крутой и короткий западный склон обусловлен флексурой в чехле, развитой над погребенным разломом фундамента, а восточный склон пологий и длинный.

В новейшей структуре вала выделено несколько протяженных продольных поднятий: *Центральное* — обширное, высокое (абс. высота до 180 м) и относительно древнее (миоцен-плиоценовое); *Восточное* — более низкое (150–160 м) и молодое (плиоцен-четвертичное). Они сложены каменноугольными отложениями, перекрытыми мореной днепровского оледенения, имевшего место в начале среднего плейстоцена, а также флювиогляциальными отложениями времени деградации этого оледенения. Поднятия разделены *Унжа-Ушнинским* прогибом [Суханова, 2000]. На западе Окско-Цнинский вал граничит с Окско-Донским прогибом, граница с которым проходит по долинам рек Гусь и Судогда. На севере структуры вала срезаны долиной р. Клязьма, следующей по новейшему Московско-Клязьминскому прогибу. Этот прогиб приурочен к зоне глубинного разлома в фундаменте, показанного на ряде карт [Карта разломов..., 1980] и схем [Макаров, 1997], и развитой над ним флексуре в чехле. Субмеридиональные линеаменты, служащие границами зон поднятий и прогибов, — зоны растяжения [Суханова, 2000; Копп, 2004]. На фоне общего субмеридионального простирания основных поднятий в их пределах выделяется ряд локальных структур северо-западного

простирания (Андреевское, Сокольеvское и др.), образующих левокулисный ряд, границами между которыми являются линеаменты такой же ориентировки. Линеаменты северо-восточного простирания обуславливают развитие разновысотных ступеней в пределах поднятий. Многие локальные поднятия частично наследуют древние герцинские складки.

Формирование Окско-Цнинского вала генетически связано с развитием новейшего Окско-Донского прогиба, к северо-восточному краю которого он приурочен. Прогиб представляет собой молодую структуру, резко несогласно наложенную на восточное крыло Воронежского свода в докембрийском фундаменте. Образование прогиба в значительной степени обусловлено опусканием и растяжением земной коры под влиянием подкорковых процессов, возможно, с подъемом мантийного вещества и его растеканием под смежные поднятия Среднерусской и Приволжской возвышенностей (подъем мантии, хотя и незначительный, фиксируется по геофизическим данным) [Макаров, 2001; Макарова и др., 2002]. С указанным согласуется сбросовое поле напряжений в западной части вала, определенное по трещиноватости каменноугольных пород и четвертичных отложений, чем в значительной степени обусловлены развитие в пределах вала субмеридиональных структур и раздвиговый характер линеаментов. Для осевой и восточной частей Окско-Цнинского вала, по расчетам О.И. Гуценко [Суханова, 2000], установлено сдвиговое поле напряжений. При этом ориентировка главных осей предполагает субмеридиональное сжатие и субширотное растяжение при давлении с севера, соответственно по северо-западным направлениям (линеаментам) фиксируется правосдвиговое поле напряжений, а по северо-восточным — левосдвиговое.

М.Л. Копп [Копп, 2004] связывает формирование вала исключительно с латеральным субмеридиональным сжатием и широтным растяжением, что вызвано давлением с юга, со стороны Альпийского пояса. Таким образом, возможное влияние субмеридионального сжатия на структуру вала может исходить как с севера, так и с юга. Не отрицая возможного участия этого процесса, отметим, что все-таки отсутствие в пределах вала структур, поперечных к давлению с юга или с севера, не позволяет полностью признать этот источник напряжений.

II. Новейшая структура Восточной области, согласно плану В.И. Макарова [1997], представляет собой чередование широтных поднятий и прогибов, осложняющих северо-западный склон Токмовского новейшего поднятия. С севера на юг выделяются (названия даны нами) Павловско-Княгининское, Степуриновское, Ардатское поднятия, разделенные Серезинским и Тешинским прогибами (рис. 2). Поднятия и прогибы сложены нижне-, средне- и верхнепермскими отложениями, в составе которых присутствуют гипс и ангидрит, чем обусловлено повсеместное широкое развитие карста. На фоне

общего регионального падения пермских пород на северо-запад и север в сторону Московской синеклизы отмечаются отдельные складки, осложненные более мелкой складчатостью. Общее для новейших поднятий — их бо́льшая по сравнению с прогибами ширина и преобладающее асимметричное строение. Многие поднятия имеют сравнительно пологие северные склоны и более крутые южные. По простиранию с востока на запад наблюдается снижение всех структур к Окско-Муромскому прогибу, с которым на плане В.И. Макарова они сочленяются торцовым образом. Однако, как показали наши исследования, практически все структуры по мере продвижения к Окско-Муромскому прогибу меняют свою ориентировку с широтной на юго-западную.

Существование всех выделенных новейших структур, помимо их геоморфологии, подтверждается и геологическими данными, в частности изменением положения маркирующего горизонта (кровля карстующихся пород сакмарского яруса нижней перми или казанского яруса средней перми) — подъемом его на поднятиях и снижением в пределах прогибов. Таким образом, новейшие структуры в целом наследуют многие крупные пермские, т.е. герцинские, структуры, но при этом оси новейших структур не всегда совпадают с осями более древних, будучи несколько смещенными от них в ту или другую сторону. Отдельные небольшие складки в пермских отложениях практически не наследуются. Наблюдается наследование и некоторых структур фундамента, в частности его выступов и прогибов.

Северную часть Восточной области занимает *Павловско-Княгининское* поднятие. Оно протягивается в субширотном направлении от долины р. Ока на западе до долины р. Сура на востоке более чем на 200 км при ширине от 30 до 50 км, наивысшие его отметки не превышают 230 м. На западе оно срезано р. Ока, а на севере — Волгой с образованием крутых уступов, на всем протяжении которых широко развиты оползни. Поднятие сложено пермскими отложениями, а на востоке и юрскими. Местами на водоразделах и склонах сохранились миоценовые (N_1^{2-3}) и верхнеплиоценовые (N_2^3) отложения, заполняющие врезы в коренные отложения и имеющие аллювиальный генезис [Государственная геологическая..., 1999], что свидетельствует о том, что поднятия произошли после образования неогеновой речной сети. Все коренные отложения перекрыты четвертичным чехлом. В основном это покровные суглинки, под которыми в западной части залегают морена и флювиогляциальные отложения днепровского оледенения.

При общем субширотном простирании всего Павловско-Княгининского поднятия в нем выделяются четыре кулисообразно сочлененных поднятия, которые ориентированы с юго-запада на северо-восток: собственно Павловское на западе, Мигалихинское и Константиновское в центре и

Княгининское на востоке (рис. 2). Границами между ними служат эрозионно-тектонические долины рек Кудьма, Озерка и Сундовик.

Западное *Павловское* поднятие наследует пермскую Рыльковскую антиклиналь, но при этом ось его смещена на север от оси антиклинали. Поднятие снижается к долине р. Сережа. Оно стало расти и оформляться в рельефе в раннем плиоцене и развивалось стадийно, о чем свидетельствуют поверхности выравнивания, развитые в его водораздельной части и на склонах. По данным геолого-геоморфологического анализа, наиболее высокая (180–220 м) водораздельная эрозионно-денудационная поверхность, срезающая миоценовые отложения и не перекрывавшаяся льдами днепровского оледенения, имеет раннеплиоценовый возраст. В раннеплиоценовую поверхность вложены позднеплиоценовая, эоплейстоценовая и раннеплейстоценовая, абсолютные отметки которых находятся в пределах 160–120 м. Глубина вреза (или вложения) каждой из них составляет 15–20 м. Практически все эти поверхности уже перекрыты мореной днепровского оледенения.

Поднятие развивалось со скоростью около 0,06 мм/год и продолжает развиваться в настоящее время. Об этом свидетельствует рост его западной периклинали, подчеркиваемой (обтекаемой) реками Теща и Велетьма, участки которых в створе с поднятием антецедентные. Здесь, хотя и мало заметно, увеличивается врез русел этих рек, соответственно увеличивается высота поймы до 5 м у Теши (по сравнению с 3–4 м выше по течению), а также первой и второй террас.

Внутренняя структура Павловского поднятия неоднородна — выявлен ряд локальных структур, среди которых в рельефе отчетливо выделяется Филинский купол, ранее считавшийся кольцевой структурой. Его центральная часть подчеркнута дугообразным участком долины р. Б. Кутра в ее верховьях, а периферическая — также дугообразной в плане формой вершинной поверхности. Купол — новейшее образование, возникшее над ядром пермской Рыльковской антиклинали, которое здесь находится близко к поверхности. Слагающие его гипсы сакмарского яруса обнажены практически на пойме Б. Кутры. Антиклиналь инверсионная, так как, судя по увеличенной мощности пермских отложений в ядре, ранее они накапливались в прогибе. По оси новейшего поднятия заложена небольшая долина р. Б. Кутра с заболоченной и аномально широкой поймой. По этой долине выделена Кутринская линеаментная зона северо-восточного простирания. Фактически она представляет структуру растяжения, подтвержденную, по нашим данным, аномальным по сравнению с соседними участками проявлением emanаций радона, а также сероводорода. Кроме того, изученные в карьерах трещины в пермских отложениях имеют такое же простирание, как и линеаментная зона, и

большая их часть представлена трещинами растяжения. Филинский купол развивается над погребенным выступом фундамента, ограниченным с северо-запада разрывом. Возможно, положительные движения фундамента в новейшее время привели к образованию купола и Кутринской зоны растяжения, однако на поверхности разрыв не прослеживается.

Западнее купола поднятие последовательно снижается, образуя две разновысотные ступени. Более высокая (140–150 м) эоплейстоценовая ступень перекрыта мореной днепровского оледенения, а более низкая (около 120 м) раннеплейстоценовая — еще и флювиогляциальными отложениями времени отступления этого оледенения. Ступени разделены Монаковской линеаментной зоной субмеридионального простирания, отчетливо выделяющейся на космическом снимке, которая прослеживается и в поле силы тяжести [Гравиметрическая карта..., 2004]. Зона протягивается на север в пределы Окско-Муромского прогиба, а также на юго-восток и, судя по трещиноватости и раздробленности пермских пород, в ее пределах имеет разрывную природу. Повышенная проницаемость этой зоны подтверждается аномалией радона, выявленной нами на участке пересечения зоны правобережного эрозионного уступа и поймы р. Ока. Ширина аномалии составляет 200 м.

К северо-востоку от Филинского купола выделены два кулисно расположенных поднятия, которые в целом имеют северо-восточное простирание, несогласное с общим простиранием Павловского поднятия. На самом севере эти поднятия торцово сочленяются с Горбатовским поднятием и Богородским прогибом.

Следующие за Павловским *Мигалихинское*, *Константиновское* и *Княгининское* поднятия (рис. 2) в свою очередь состоят из локальных поднятий и прогибов разного размера, в рельефе образующих наклонные к северу платообразные возвышенности, разделенные крутосклонными участками долин. Многие структуры наследуют складки в пермских отложениях. Долины Кудьмы, Озерки и Сундовика, особенно в среднем и нижнем течении, широкие и расплывчатые, с хорошо развитыми поймами и двумя низкими террасами, представляют собой эрозионно-тектонические понижения. Опорная поверхность кровли сакмарских и казанских отложений полого погружается в их сторону и поднимается к водоразделам. Многочисленные притоки этих рек, имеющие главным образом северо-восточную ориентировку, глубоко врезаются, их склоны часто представляют собой эрозионные уступы. На многих участках долины и уступы прямолинейны, т.е. это линеаменты. На юге Княгининское поднятие ограничено эрозионно-тектоническим уступом, отделяющим его от прогиба, к которому приурочена долина р. Пьяна. В пределах уступа опорная поверхность снижается на 20 м по сравнению с ее положением на севере. В целом же вся система локальных поднятий и разделяющих их

долин в пределах описываемых структур по морфологии похожа на горсты или горст-антиклинали, хотя разрывные нарушения не выявлены.

Северный уступ, образованный эрозией Волги и смещающийся на склон Павловско-Княгининского поднятия, называется Средневожским, или Нижегородским, откосом [Фридман, Манаева, 2011]. Он сложен пермскими отложениями и в западной части между Кстовским и Лысковским поднятиями развит над Работкинской флексурой, в пределах которой опорная структурно-эрозионная поверхность казанского яруса средней перми понижается в сторону Волги с 30–40 до 10–15 м [Государственная геологическая..., 1999]. Низменное левобережье Волги представляет собой новейший Волжско-Ветлужский прогиб, наследующий древнюю мобильную отрицательную структуру фундамента — Владимирско-Казанскую межу. Она представлена широтной системой отрицательных структур фундамента, пересекающей северный склон Токмовского свода. В ее пределах фундамент опущен до –2000 м, а прогибание со скоростью от 1,6 до 2,8–3,1 мм/год продолжается и в настоящее время [Лилиенберг, Сетунская, 1972]. При этом долина Волги смещается к ее правому берегу со скоростью от 5 до 25 мм/год [Макарова и др., 2008]. Это обстоятельство, а также литологический состав пермских пород, в которых присутствуют песчано-глинистые и мергелистые отложения, перекрытые в верхней части четвертичными лёссовидными суглинками, обуславливают развитие многоступенчатых циркообразных оползней.

Морфология уступа подробно описана многими исследователями, например в работе [Фридман, Манаева, 2011]. Геодинамическую обстановку в его пределах исследовал М.Л. Копп [Копп, 2011], который считает, что в образовании уступа и оползней большое значение имеет тектоническое обрушение блоков в прилежащий прогиб, происходящее в обстановке тектонического растяжения. На протяжении уступа от Нижнего Новгорода до устья Суры по трещиноватости пород, по данным М.Л. Коппа, отмечаются условия горизонтального растяжения. В западной, показанной нами на рис. 2 части уступа оно направлено с юго-юго-запада на северо-северо-восток и меридионально. Стенки отрыва оползневых блоков ориентированы в разных направлениях; при этом на широтных отрезках фиксируются правые сдвиги, отрезки северо-восточного направления несут признаки поперечного к ним сжатия, а северо-западного — растяжения. Правосдвиговое поле напряжений характерно и для долины Волги на этом участке. В зоне уступа крупные разрывы отсутствуют, однако допускается, что структуры растяжения находятся на глубине и обуславливают появление зон сгущения малоамплитудных трещин разгрузки напряжений на поверхности. Последние возникают, «когда тектонически напряженный на глубине массив горных пород при эксгумации поднимается

к поверхности земли, т.е. выходит из зоны действия всестороннего сжатия и даже несколько расширяется (происходит дилатация), одновременно обрабатываясь экзогенными процессами» [Копп, 2011]. Причиной этого М.Л. Копп считает принадлежность уступа и его обрамления к периферии области динамического влияния Аравийской плиты-индентора.

Южнее Средневожского уступа и вдоль северного края Павловско-Княгининского поднятия в широтном направлении параллельно долине Волги, отделяясь от нее локальными Кстовским, Лысковским и другими поднятиями, протягивается понижение, представляющее собой древнюю отмершую долину праКудьмы [Фридман, Манаева, 2001], местами срезанную Волгой. В настоящее время на отдельных широтных участках ее наследуют в их нижних течениях современные реки Кудьма, Озерка, Сундовик, Изма, Урга, имеющие широкие долины с развитыми поймой и низкими террасами. При этом русла рек смещены к северу, т.е. к Волге. Понижение имеет тектоническую природу, так как опорная поверхность казанских отложений по данным геологической съемки здесь образует слабовыраженный (несколько минут) синклиальный изгиб. На космическом снимке ему соответствует широтный линеамент. В западной части — в Богородском прогибе — долина выполнена флювиогляциальными отложениями времени наступания днепровского оледенения (начало среднего плейстоцена), на основании чего принимается ее среднеплейстоценовый возраст. Эта широтная долина, видимо, намечает крупную трещину отседания, по которой полоса, заключенная между нею и Волгой, потенциально может представлять собой оползневой блок.

Сережинский прогиб протягивается южнее Павловско-Княгининского поднятия (рис. 2). К прогибу приурочена плоская долина р. Сережа, выполненная четвертичными аллювиальными, флювиогляциальными и ледниковыми отложениями, а восточнее — долина р. Пьяна. Ширина прогиба по позднеплейстоцен-голоценовым террасам и пойме составляет 6–8 км в устьевой части реки, в восточной части прогиб сужается почти вдвое. Современный прогиб наследует Горецкую синклиналь, выполненную верхнепермскими отложениями, а также позднеплиоцен-раннеплейстоценовый новейший прогиб. Ось современного прогиба смещена к южному левому склону, что связано, вероятно, с ростом и расширением Павловского поднятия. В пределах прогиба по геоморфологическим данным выделен ряд небольших локальных поднятий (Левинское, Малосвятское и др.). Их рост приводит к сужению прогиба, образованию перемычек, в пределах которых русло сужено и несколько увеличен его врез. В западной части прогиб пересекается Монаковской линеаментной зоной.

Степуриновское поднятие протягивается в пределах исследуемой области в субширотном направлении.

Его ширина составляет 25–30 км, а наивысшие отметки не превышают 150–160 м. Возраст поднятия плиоценовый. По существу, оно представляет собой западную часть более крупного Арзамасского поднятия, имеющего юго-восточное простирание. В его пределах фундамент понижается от –1000 м абс. до –1200 м [Структурная карта..., 1983]. Поднятие сложено пермскими отложениями. В его современной водораздельной части и на склонах сохранились миоценовые отложения, представляющие фрагменты поднятой и разорванной гидросети. Реки Теша и Велетьма оконтуривают его западную периклиналь, которая меняет свое простирание с субширотного на юго-западное и прослеживается к долине Оки в районе пос. Досчатое. Небольшие притоки Оки при пересечении растущей периклинали образуют ряд antecedentных участков. Поднятие в целом наследует пермский Родиковский выступ, но ось новейшей структуры проходит несколько широтнее. В западной части поднятия выделяется кольцевая структура такой же тектонической природы, как и Филинский купол. Линеаменты к западу от кольцевой структуры имеют северо-западное простирание, а к востоку от нее — северо-восточное. Локальные поднятия в центральной части Степуриновского поднятия характеризуются крутыми южными склонами и пологими северными.

Тешинский прогиб протягивается субширотно. Он наследует Кулебакскую пермскую синклиналь. Его ширина составляет 5–6 км. На всем протяжении прогиба отмечены локальные участки сужения и расширения, вызванные развитием локальных структур. В районе пос. Кулебаки прогиб меняет ориентировку на северо-западную и, оконтуривая Степуриновское поднятие, сливается с Сережинским прогибом. Широко развитые болотных отложений в долине р. Теша вызвано подпруживающим влиянием развивающейся периклинали Степуриновского поднятия.

Самое южное поднятие Восточной области — *Ардатовское*, большая часть которого находится южнее, за пределами исследуемого региона. Его сводовое строение подчеркивает радиальный рисунок эрозивной сети, расчленяющей северный склон, который сложен юрскими отложениями. Абсолютные отметки его поверхности составляют около 200 м, лишь восточнее они увеличиваются до 220–230 м. В его пределах фундамент залегает на абсолютной высоте –1000 м [Структурная карта..., 1983]. Ардатовское поднятие довольно резко снижается на запад к Окско-Муромскому прогибу.

III. Центральная Окско-Муромская область представляет собой одноименный новейший прогиб, являющийся частью протяженного Окско-Мокшинского прогиба. В исследуемый район входит его северная часть, от района г. Муром до устья р. Клязьма, называемая Муромским прогибом, а затем до устья Оки — Клязьминско-Окским, или Нижнеокским. К прогибу приурочена современная долина

Оки в ее нижнем течении, а также ее более древние погребенные долины [Государственная геологическая..., 1999]. В рельефе — это обширное понижение, расширяющееся на север и занятое аллювиальными позднеплейстоценовыми (поверхности первой и второй террасы) и голоценовой (поверхность поймы) равнинами. Западная часть прогиба представляет собой повышенную ступень с развитой среднеплейстоценовой флювиогляциальной равниной, вовлеченной в поднятие Окско-Цнинского вала во вторую половину среднего плейстоцена и в позднем плейстоцене. Это определяет общий наклон поверхности прогиба к востоку, его направленное смещение и миграцию долины Оки к ее правому берегу в течение всего четвертичного периода. Миграция, возможно, еще усиливается действием сил Кориолиса. Этот наклон (с запада на восток) фактически противоположен региональному северо-западному наклону поверхности кристаллического фундамента и всех более высоких слоев палеозойского покрова Токмовского свода, что вызвано значительной кайнозойской (в большей мере четвертичной) перестройкой структуры прогиба, что может вызывать дополнительные напряжения в его пределах.

В морфологии Окско-Муромского прогиба проявлены черты, присущие как Западной, так и Восточной области. На всем протяжении долины р. Ока конфигурация ее правого берега подчеркнута меридиональными и северо-восточными линеаментами. Субмеридиональные линеаменты, в том числе Монаковская зона, отражают влияние соседнего Окско-Цнинского вала. Северо-восточные линеаменты присущи двум этим областям. Среди обширной поймы Оки выделяются несколько повышенные и осушенные участки, представляющие собой современные растущие поднятия. Их северо-восточная ориентировка и приращение к Горбатовскому поднятию позволяют отнести их к структурам Восточной области. Общий характер структуры Окско-Муромского прогиба, подчеркнутый сеткой линеаментов, позволяет предположить левостороннее сдвиговое поле напряжений в его пределах.

Окско-Муромский прогиб развивался длительно и унаследованно на протяжении всей геологической истории, причем практически всегда он имел близкую к субмеридиональной или северо-восточную ориентировку. Еще в протерозое в структуре фундамента здесь существовал Меленковский прогиб. Его ось проходила западнее современного русла Оки и погружалась на север с $-1,2$ км в районе г. Муром до $-1,9$ км севернее Волги. По преддевонской поверхности к нему была приурочена полоса развития отложений позднепротерозойской волынской серии. По девонской поверхности ось прогиба почти совпала с осью протерозойского прогиба. В каменноугольное время прогиб наследовался Вязниковско-Ковернинским прогибом, выделявшимся по большей мощности каменноугольных отложений, чем в прилежащих об-

ластях, а в поздней перми здесь существовал Баландинский прогиб. В мезозое в его южную часть (район г. Муром) заходили заливы юрского и мелового морей. Относительное прогибание со скоростью 2 мм/год продолжается и в настоящее время [Лиленберг, Сетунская, 1972].

Заключение. Структурно-геодинамические исследования включали выявление источников и пространственно-временного распределения сил, которые воздействовали на геологическую среду, вызывая ее деформации, в частности формирование новейших тектонических структур. Таким образом, морфология новейших структур должна отражать геодинамические условия их образования. Выделенные в пределах Нижнеокского района Восточная, Западная и Центральная области отличаются морфологией новейших структурных форм и, следовательно, различными геодинамическими условиями их формирования.

В Западной Окско-Цнинской области преобладают субмеридиональные структуры, морфология которых позволяет связать их образование с условиями растяжения. Последние могут быть вызваны внутренними силами, порождаемыми тектономагматическими процессами в верхней мантии, а также латеральным субмеридиональным сжатием, причем направление сжатия может быть как южным, так и северным. Однако более конкретный вывод об источниках, вызывающих субмеридиональное сжатие, возможен после дополнительных исследований.

Крупные субширотные пологие поднятия и прогибы Восточной области могли формироваться в условиях давления, действовавшего как с юга, со стороны Токмовского свода, так, возможно, и с севера, со стороны Ветлужского поднятия, протягивающегося в субширотном направлении севернее долины Волги (за пределами описываемой области) (рис. 1). Это поднятие представляет собой протяженную буферную зону, разделяющую структуры, которые формируются под воздействием сил, исходящих со стороны северной (Арктической), западной (Скандинавской) и южной (Карпатско-Кавказской) геодинамических систем [Макаров, 1996]. Однако раздробленность Павловско-Княгининского поднятия, наличие структур растяжения в его пределах, а также довольно обширной зоны современного растяжения вдоль северного края этого поднятия не позволяют принять в качестве основного северный источник давления. Все эти особенности структур, по нашему мнению, связаны с поднятием и расширением Токмовского свода в новейший тектонический этап, что и вызывает деформации земной коры Восточной области, приуроченной к северо-западному крылу свода. Возможно, рост свода сопровождается региональным движением пластичных масс пермских отложений, в составе которых присутствуют гипс, ангидрит и глины, с его склона на север, в сторону Московской синеклизы. Морфология периклиналей Павловского и Степурин-

ского поднятий и разделяющих их Серезинского и Тешинского прогибов, их намечающийся «поворот» на юго-запад предполагают левосдвиговый характер напряжений, что согласуется с общим характером развития Токмовского свода — его расширением в северном направлении.

Окско-Муромский прогиб представляет собой структуру, длительно и унаследованно развивающуюся с протерозоя до четвертичного времени. Он находится в зоне влияния напряжений, которые исходят, с одной стороны, от Окско-Цнинского вала, а

с другой — от Токмовского свода. Вследствие этого в его пределах выделяются структуры, характерные для упомянутых областей. В результате их взаимодействия создается левосдвиговое поле напряжений. В целом прогиб как отрицательная структура вырождается, будучи «зажатым» между крупными развивающимися положительными структурами. В то же время его можно рассматривать как особую геодинамически активную зону повышенной напряженности, формирующуюся под действием сил, происходящих из различных источников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (Нов. сер.). Лист N-37 (38): Москва. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. 344 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Сер. Средневожская. Листы О-38-XXXII (Бор), О-38-XXXIV (Лысково): Объяснительная записка. М., 1999. 140 с.

Гравиметрическая карта России. М-6 1: 5 000 000. М.: ВСЕГЕИ, 2004.

Карта геоморфолого-неотектонического районирования нечерноземной зоны РСФСР масштаба 1:1 500 000 / Гл. ред. В.И. Бабак. М.: ГУГК СССР, 1984.

Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей масштаба 1:5 000 000 / Гл. ред. Н.И. Николаев. М.: Мингео СССР, 1979.

Карта новейшей тектоники Северной Евразии масштаба 1:5 000 000 / Ред. А.Ф. Грачев. М.: ОИФЗ РАН, 1996.

Карта разломов территории СССР и сопредельных стран / Под ред. А.В. Сидоренко. Л.: ВСЕГЕИ, 1980.

Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы М.: Наука, 2004. 340 с. (Тр. ГИН РАН; вып. 552).

Копп М.Л. Денудационные уступы как индикатор региональных неотектонических напряжений // Геотектоника. 2011. № 5. С. 71–90.

Лиценберг Д.А., Сетунская А.Е. Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений европейской части СССР // Геоморфология. 1972. № 1. С. 3–18.

Макаров В.И. Региональные особенности новейшей геодинамики платформенных территорий в связи с оценкой их тектонической активности // Недр Прикаспия. 1996. Вып. 13 (специальный). С. 53–60.

Макаров В.И. Некоторые проблемы изучения новейшей тектоники платформенных территорий // Разведка и охрана недр. 1997. № 1. С. 20–26.

Макаров В.И. О геодинамических условиях формирования Окско-Донского прогиба и Окско-Цнинского вала // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 1. С. 43–51.

Макаров В.И., Дорожек А.Л., Макарова Н.В., Макеев В.М. Современные геодинамически активные зоны платформ // Геоэкология. 2007. № 2. С. 99–110.

Макаров В.И., Макарова Н.В. Новейшие геодинамически активные зоны Восточно-Европейской платформы // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: Мат-лы тектон. совещ. М., 2003. Т. 2. С. 16–19.

Макарова Н.В., Макаров В.И., Корчуганова Н.И. и др. Окско-Донской прогиб — неотектоническая активная зона Восточно-Европейской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка. 2002. № 2. С. 3–13.

Макаров В.И., Макарова Н.В., Суханова Т.В., Гентнер Т.М. Новейшая тектоника Окско-Цнинского вала // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1999. № 3. С. 22–28.

Макарова Н.В., Макаров В.И., Суханова Т.В. О соотношении эрозионных и тектонических процессов в платформенных и горных условиях // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2008. № 5. С. 4–11.

Структурная карта поверхности фундамента платформенных территорий СССР. М-6 1:5 000 000 / Гл. ред. В.В. Семенович. М.: ПГО «Центргеология», 1983.

Суханова Т.В. Новейшая тектоника и эволюция Окско-Цнинского вала (Русская плита): Автореф. канд. дисс. М.: МГУ, 2000.

Фридман Б.И., Манаева Н.В. Ландшафтно-геоморфологическая характеристика оползневых ландшафтов Окско-Волжского Нижегородского откоса // Геоморфология. 2011. № 3. С. 73–83.

Поступила в редакцию
17.01.2012