

ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИКИ ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЯ В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Е.Ю. Трацевская¹, А.Н. Галкин², И.А. Красовская²

¹Гомельский государственный университет
им. Ф. Скорины
ул. Советская, 104, 246099, Гомель, Беларусь
E-mail: Tratsevskaya@gsu.unibel.by

²Витебский государственный университет
им. П.М. Машерова
Московский пр-т, 33, 210036, Витебск, Беларусь
E-mail: krasovskaya@vsu.unibel.by

В статье рассматриваются особенности тектоники территории Гомеля. По результатам исследований в пределах города установлена серия тектонически активных разрывных нарушений различного ранга, формирующих блоковую структуру фундамента и нижней части осадочного чехла. Обращается внимание на влияние тектонических факторов на орографические условия и проявление современных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений в пределах Гомеля. В работе указывается на необходимость учета тектоники при комплексной оценке устойчивости геологической среды территории городов.

Современный инженерно-геологический облик территории в значительной мере определяется тектоническими факторами. Большинство природно-техногенных процессов протекает в осадочном чехле, залегающем на кристаллическом фундаменте. В связи с этим важно знать тектонику фундамента и чехла, особенно активные геологические разломы, по которым происходили и происходят в настоящее время горизонтальное и вертикальное перемещения блоков. Эти движения создают неустойчивые зоны в геологической среде, являющиеся неблагоприятными для строительства инженерных сооружений.

Юго-восток Беларуси, включая территорию Гомеля, – это область сочленения структурных элементов первого порядка: Воронежской антеклизы и Припятского прогиба (Геология Беларуси, 2001). Сочленение Клиновского грабена Воронежской антеклизы с Припятским грабеном и Северо-Припятским плечом остается недостаточно ясным (Гарэцкі і інш., 1997; Геология Беларуси, 2001). Западное периклинальное окончание Воронежской антеклизы, включая Клиновский грабен, отделено с юго-запада от Припятского грабена и Северо-Припятского плеча Гомельской ступенью, в пределах которой находится значительная часть территории Гомеля (рис. 1). На востоке Гомельская ступень отделена от Клиновского грабена Урицким региональным разломом субмеридионального простирания. С севера Гомельскую ступень отделяет от Суражского погребенного выступа Воронежской антеклизы Суражский региональный разлом, на западе Уваровичский субрегио-

нальный разлом субмеридионального простирания отделяет ее от Северо-Припятского плеча, на юго-западе Северо-Припятский суперрегиональный разлом – от Припятского грабена, с юго-востока ступень отделена от Гремячского погребенного выступа Лоевским региональным разломом.

Так как региональные разломы картируются в пределах города, т. е. территории интенсивной застройки, актуальной является задача точного определения местоположения разломов и их активности.

В пределах Гомеля планомерная геолого-геофизическая информация отсутствует. О сложности геологического строения наиболее достоверно можно судить по пробуренным скважинам на минеральные воды, а также по геофизическим, геодезическим, геоморфологическим и другим данным.

При выполнении сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Мониторинг геологической среды» кафедры «Геология и разведка полезных ископаемых» Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины работ по заданию Региональной научно-технической программы по Гомельской области «Оценить состояние и дать прогноз изменения инженерно-геологических условий территории г. Гомеля» был проведен ряд исследований по изучению тектоники данной территории. Для проведения структурного анализа были использованы геологические разрезы глубоких скважин, пробуренных ПО «Белгеология» в пределах Гомеля и его окрестностей в разные годы. В результате прямого дешифрирования аэрокосмических снимков в стационарных

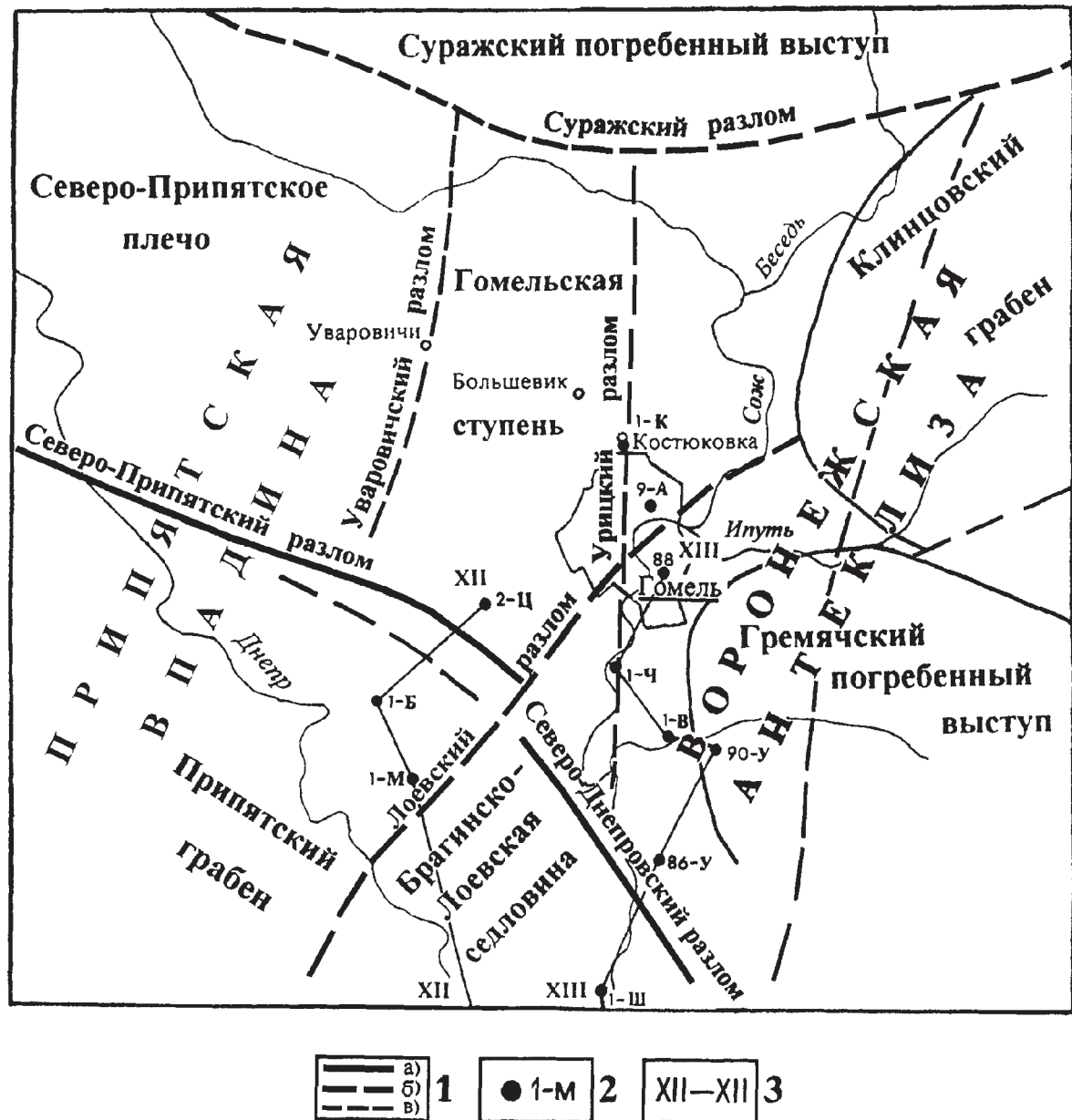


Рис. 1. Картограмма основных структурных элементов платформенного чехла юго-восточной части территории Беларуси. 1 – тектонические разломы: а – суперрегиональные, б – региональные, в – субрегиональные; 2 – скважина, ее номер; 3 – региональный сейсмический профиль, его номер.

условиях и компьютерного линеamentного анализа были выделены области аномальных значений плотности линеamentов, совпадающие с закономерно ориентированными оперяющими разрывными нарушениями осадочного чехла. Пространственное положение разрывных нарушений определено путем анализа результатов электроразведочных работ методом теллурических токов на Костюковской площади (м-б 1 : 50 000), проведенных электроразведочной партией № 11 Центральной геофизической экспедиции (ЦГЭ) Управления геологии БССР в 1986 г.; региональных сейсмических профилей XII–XII и XIII–XIII (см. рис. 1), полученных ПО «Западнефтегеофизика»

в 1986 г.; региональных сейсморазведочных работ в пределах восточной части Северо-Припятского плеча (1 : 100 000), проведенных ЦГЭ ПО «Белорусгеология» в 1992–1993 гг.; сейсморазведочных работ в глубоких скважинах Припятского прогиба, проведенных ПО «Западнефтегеофизика» в 1994 г. и петрофизической карты фундамента Беларуси листа №-36-XXXI (Гомель), подготовленной к изданию ГФЭ ПО «Белгеология». В рамках полевых геофизических работ с целью уточнения местоположения разрывных нарушений авторами выполнена площадная гравиметрическая съемка северной и западной частей города (1 : 25 000). С учетом результатов газогеохимических

и водно-гелиевых исследований, проведенных на территории юго-западного склона Воронежской антеклизы (Гумен и др., 1997), установивших проявления современной геодинамической активности, проведено повторное высокоточное нивелирование, что дало возможность изучить современные вертикальные движения земной коры в пределах блоковых структур на территории города. Анализ влияния тектонических (в том числе и неотектонических) факторов на орографические условия территории Гомеля позволил определить пространственное положение ряда современных инженерно-геологических и природных процессов и явлений, так или иначе связанных с зонами разрывных нарушений.

В результате выполненных исследований в пределах Гомеля и его окрестностей установлена серия тектонически активных зон различного ранга. Система разрывных нарушений фундамента и осадочного чехла формирует блоковую структуру земной коры. Поверхность фундамента и нижняя часть осадочного чехла разделена на Гомельский и Урицкий блоки (рис. 2). Гомельский блок, занимающий восточную часть территории, отделяется от Урицкого блока субмеридиональным региональным разломом – Урицким (Геология Беларуси, 2001). Судя по разрезу (рис. 3), разлом имеет допозднепермский возраст (P_2t). Положение Урицкого разлома в северной части города уточнено авторами на основании амплитуд перемещения реперов 1610 и 7766, которые составляют +3,5 мм за 20 лет и –4,8 мм за 10 лет соответственно (см. рис. 2). Кроме того, проведенные в 1994–1997 гг. газогеохимические исследования (Гумен и др., 1997, 1998) установили наличие в скв. 1-К (см. рис. 1) значительной водородной аномалии ($10 \div 37 \cdot 10^{-4}$ об. % H_2), обусловленной потоком глубинного водорода по разуплотненным зонам к земной поверхности, что также позволило уточнить положение Урицкого разлома.

Лоевским региональным разломом допермского возраста, имеющим по поверхности фундамента амплитуду 72 м, поверхность фундамента Гомельского блока разделена на две части – южную и северную. Разлом описан в геологической литературе (Тектоника Белоруссии, 1976; Тектоника..., 1979; Геология Беларуси, 2001). Его положение уточнено на основании анализа геологического строения территории (см. рис. 3) и космических снимков, по данным гравиразведки (Федосенко и др., 1999). Установленная разница в интенсивности однонаправленных движений реперов 1610 (+3,5 мм за 20 лет) и 7887 (+4 мм за 10 лет) по результатам высокоточного нивелирования служит косвенным подтверждением положения в пределах города Лоевского разлома (см. рис. 2). Зоне Лоевского разлома, согласно результатам площадной гравиметрической съемки (Федосенко и др., 1999), соответствует ориентация изолиний

силы тяжести в направлении юго-запад – северо-восток, что отражает его направление с повышенным градиентом силы тяжести (около 15 мГал/км). Кроме того, Гомельский блок осложнен субрегиональным разломом I, имеющим характер сброса и субмеридиональное простирание, с амплитудой по поверхности фундамента 14 м (см. рис. 3). Поверхность фундамента северной части блока находится практически в горизонтальном положении со средней глубиной залегания 0,6 км. Она осложнена локальным разломом IV субмеридионального простирания. Расположение разломов I и IV установлено на основании геолого-геофизических данных (по различию в глубине залегания одновозрастных отложений, по увеличению мощности отдельных частей разреза на опущенных крыльях сброса, по контакту разновозрастных отложений вдоль сброса). По результатам электро-разведочных работ, проведенных ЦГЭ в 1986 г., в зонах разрывных нарушений наблюдается повышенное (180–210 Ом·м и более), по сравнению с сопредельными участками (90–120 Ом·м), удельное сопротивление мергельно-меловых пород, что свидетельствует о разуплотнении пород осадочного чехла. При этом направление разлома I контролируется распространением овражно-балочной сети на правобережье р. Сож (рис. 4).

Южная часть блока, ограниченная разломом I, в направлении с севера на юг представляет собой сложно построенную систему с локальными малоамплитудными разрывными нарушениями глубокого заложения, образующими более мелкие структурные элементы (см. рис. 3). Внутри по фундаменту структура системы осложнена разрывными нарушениями сбросового характера (VI–IX), образующими ступени. Наличие в юго-восточной части города разломов I, VI и VII косвенно подтверждают однонаправленные, но разные по амплитуде перемещения реперов 396, 4074 и 8251, соответственно равные +12,1 мм за 10 лет, +1,2 мм за 10 лет и +3,0 мм за 10 лет (см. рис. 2). Существование и местоположение локальных разломов VII, VIII, IX, X подтверждено также региональным сейсморазведочным профилем XIII–XIII – по поверхности фундамента (см. рис. 2), геологическими данными по увеличению мощности отдельных частей разреза на опущенных мелкоблоковых структурах (см. рис. 3). Весьма хорошо согласуется с тектоническим строением южной части Гомельского блока распределение речной сети: к местам разрывных нарушений приурочены спрямленные участки и крестообразное расположение речной долины р. Сож и его притоков, коленообразные изгибы русла реки, асимметрия склонов долины (см. рис. 4).

Система блоков ограничена Лоевским региональным разломом и локальным разломом X, расположенным за пределами территории города. По данным региональных сейсморазведочных работ –

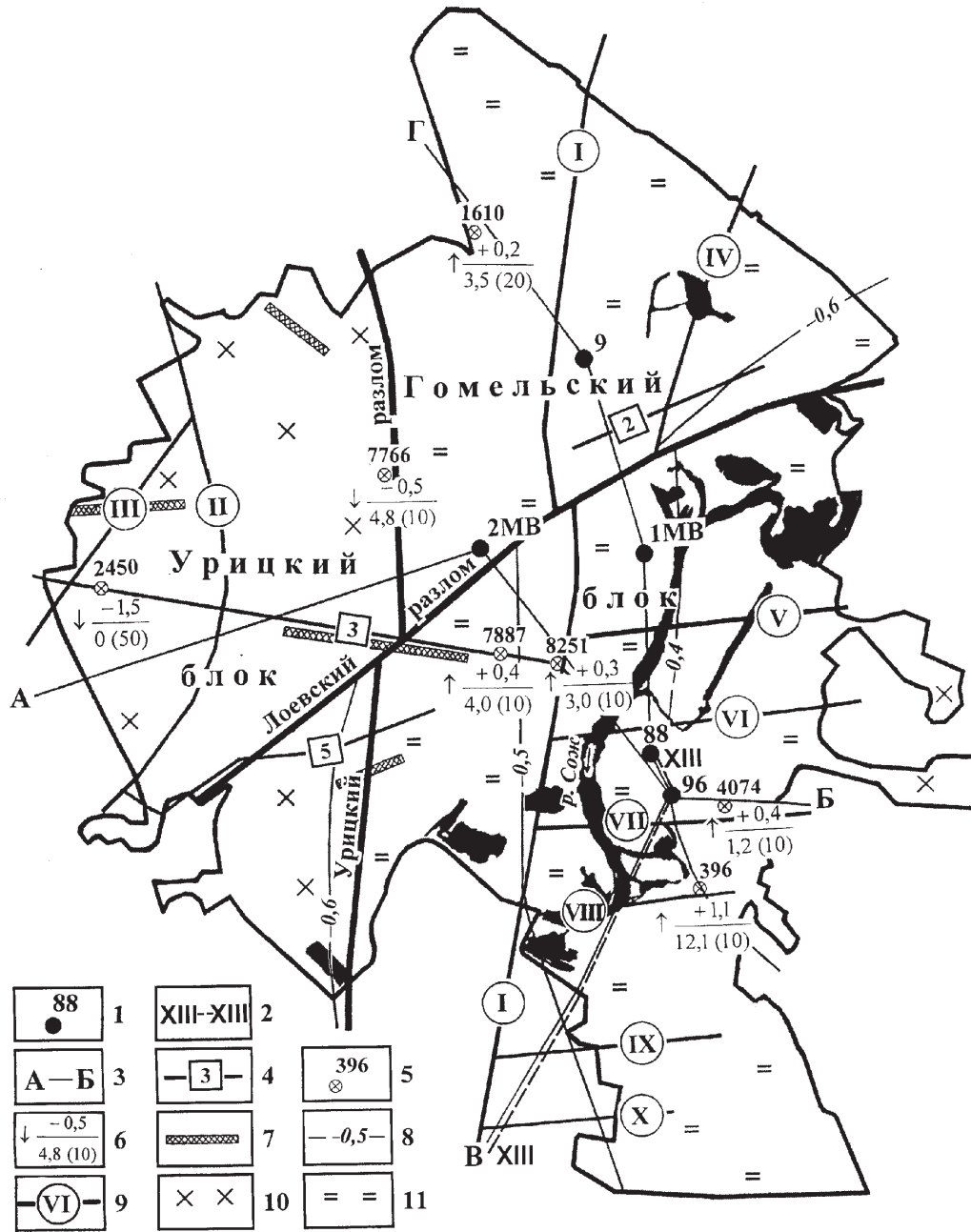


Рис. 2. Тектоническая карта территории Гомеля. 1 – скважина, ее номер; 2 – региональный сейсмический профиль; 3 – линии геологических разрезов; 4 – линии геодезических профилей; 5 – геодезический репер, сверху номер; 6 – направление движений дневной поверхности структурного блока: в числителе – скорость (мм/год), в знаменателе – общая амплитуда перемещений (мм), в скобках – период наблюдений (годы); 7 – зоны потенциального расположения разрывных нарушений по данным высокоточного нивелирования; 8 – стратоизогипсы поверхности фундамента; 9 – установленные тектонические разломы; 10 – площадь распространения плотных и немагнитных пород фундамента; 11 – площадь распространения легких и магнитных пород фундамента.

профиль XIII-XIII (см. рис. 2), амплитуда блокового смещения фундамента по разлому X составляет около 100 м. Амплитуда смещения блоков фундамента по разлому V составляет 58 м; по разломам VI, VII – около 14 м; VIII разлом имеет амплитуду смещения по поверхности фундамента около 57 м; разрывное нарушение IX – около 29 м. Возраст локального раз-

лома V авторами установлен как допозднепермский (P_2t), разломов VI-IX – среднедевонский (D_{2pr+nr}), X – дораннетриасовый (T_1). Глубина залегания фундамента в пределах системы блоков составляет 0,4–0,5 км.

Поверхность фундамента Урицкого блока в пределах Гомеля разделяется Лоевским региональ-

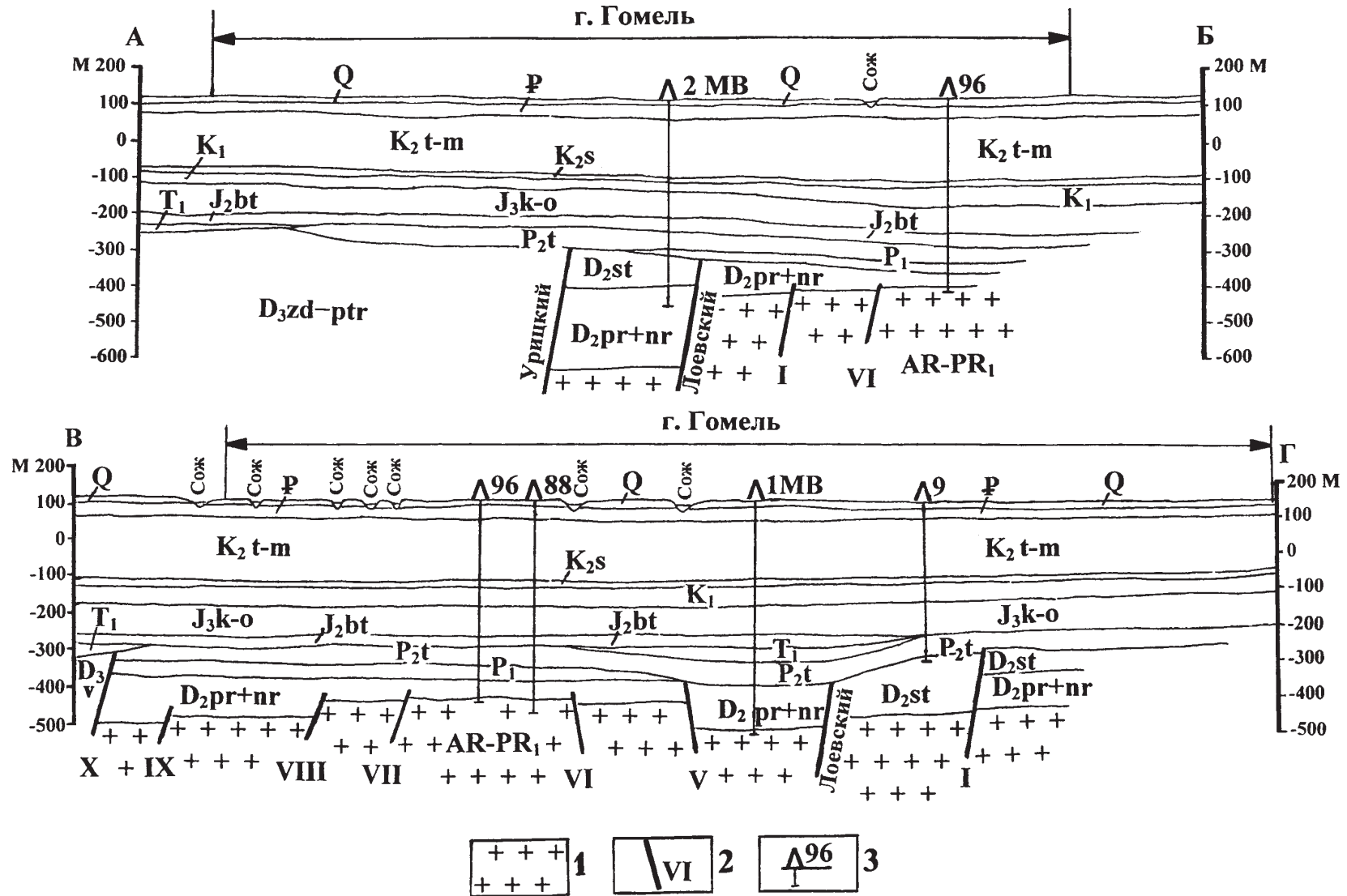


Рис. 3. Геологические разрезы зоны сочленения Гомельской ступени и Воронежской антеклизы. 1 – породы кристаллического фундамента; 2 – разрывное нарушение, его номер; 3 – скважина, ее номер.

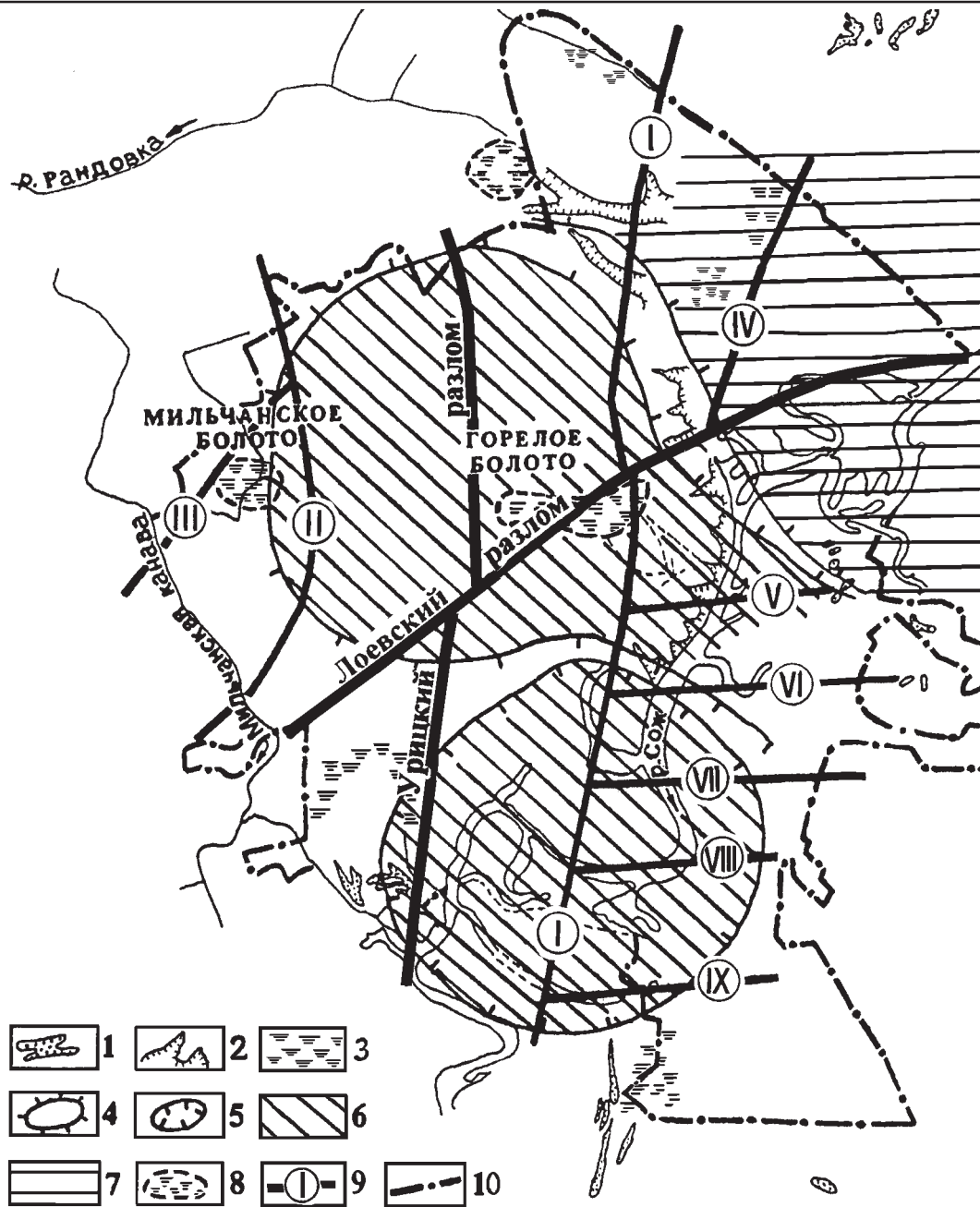


Рис. 4. Картограмма формирования зон поднятий и опусканий территории Гомеля, выявленных на основании геоморфологического анализа. 1 – эоловые гряды; 2 – овраги; 3 – болота; 4 – зоны повышенных отметок рельефа; 5 – зоны пониженных отметок рельефа; 6 – зона современных поднятий; 7 – зона современных опусканий; 8 – болота, существовавшие ранее; 9 – разрывное нарушение, его номер; 10 – граница города.

ным разломом на северную и южную части. Северная часть Урицкого блока осложнена локальным разломом II, имеющим субмеридиональное простирание. Его существование подтверждается высокоточным нивелированием: амплитуда перемещения реперов 2450 и 7766 составляет соответственно 0 мм за 50 лет и –4,8 мм за 10 лет (см. рис. 2). Положение разлома II и оперяющего его локального разрывного нарушения III уверенно картируется по материалам электроразведочных работ, проведенных ЦГЭ в 1986 г.

(смещение изогипс, проведенных по поверхности опорного теллурического горизонта, отождествляемого с фундаментом, соответствует смещению фундамента по разлому II на 500–700 м). Южная часть Урицкого блока занимает небольшую площадь в юго-западной части города. Глубина залегания фундамента в обеих частях около 0,6 км.

Таким образом, авторами выявлен блоковый характер поверхности фундамента в пределах Гомеля. Установлено, что разломы фундамента, как

правило, незначительно смещают нижние слои осадочного чехла. Большинство разломов выражено в современном ландшафте в размещении над ними в осадочном чехле зон рассеянных разнородных и вторичных деформаций и повышенной трещиноватости, разуплотнения и изменения состава и свойств горных пород фундамента и осадочного чехла. Для них (зон) характерны аномалии разного типа: структурные, газопроницаемости, геохимических и геофизических полей и др. Выделенные геодинамически активные зоны являются участками повышенного геологического риска. Исследования показали, что к ним повсеместно приурочены локальные и площадные проявления интенсивных природно-техногенных изменений геологической среды – активизация инженерно-геологических и природных экзогенных процессов и явлений (см. рис. 4). Так, например, участкам новейших тектонических поднятий свойствен быстрый переход ложбин стока в овраги и балки, а затем в реки. Иногда долинная сеть начинается прямо с оврагов. В пределах тектонических опусканий ложбины стока переходят в балки, а не в овраги. Такая закономерность наблюдается в центральной части города, выделяемой как локальное поднятие, где долинная сеть начинается прямо с оврагов. В северной же части территории в пределах тектонического опускания эрозионные ложбины стока переходят в широкие балки с выположенными бортами.

В пределах участков города, испытывающих в новейшее время поднятие, встречается асимметрия

речной долины Сожа без асимметрии водораздельного пространства. Так, в северной и южной частях города долина Сожа симметрична, в центральной же части она носит явно асимметричный характер, правый берег является эрозионным. Кроме того, структуры отражаются в виде зон аномального падения р. Сож. В целом для участка р. Сож в пределах города падение на площадях активных современных положительных движений составляет до 12 см/км при преобладании на остальной территории значений 6–8 см/км.

На территории города также значительно распространены эоловые процессы и заболачивание, развитие которых в настоящее время так или иначе контролируется современными тектоническими движениями (см. рис. 4).

Выявленные тектонически активные зоны в пределах Гомеля послужили основой для крупномасштабного инженерно-геологического районирования по устойчивости геологической среды к техногенным нагрузкам, а также для прогноза развития инженерно-геологических процессов и явлений с целью выбора защитных мероприятий, обоснования оптимальных вариантов проектов новой застройки и реконструкции инженерных сооружений. Полученные данные указывают на необходимость обязательного учета тектонических особенностей территорий при комплексной оценке устойчивости геологической среды городских агломераций к техногенным нагрузкам.

Литература

- Гарэцкі Р.Г., Канишчаў В.С., Каўхута А.М., Стэфенсан Р.А. Тэктоніка Паўночна-Прыпяцкага пляча // Літасфера. 1997. № 6. С. 34–46.
- Геология Беларуси / Под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева. Мн., 2001.
- Гумен А.М., Гусев А.П., Киссин И.Г., Рудаков В.П. Газогеохимические индикаторы современной геодинамической активности асейсмичной территории // Физика Земли. 1998. № 7. С. 63–71.
- Гумен А.М., Пинчук А.П., Гусев А.П., Верутин М.Г. Результаты водно-гелиевых исследований на северо-востоке Припятского прогиба и сопредельной территории // Поиски и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь. Гомель, 1997. С. 64–69.
- Тектоника Белоруссии / Под ред. Р.Г. Гарецкого. Мн., 1976.
- Тектоника Припятского прогиба / Под ред. Р.Г. Гарецкого. Мн., 1979.
- Федосенко Л.Л., Красовская И.А. Опыт применения гравиразведки для изучения тектонического строения Гомельской городской агломерации // Молодежь и экологические проблемы современности. Гомель, 1999. С. 176–178.

Рецензент Р.Г. Гарецкий

Поступило 25.02.03

АСАБЛІВАСЦІ ТЭКТОНІКІ ТЭРЫТОРЫІ ГОМЕЛЯ Ў СУВЯЗІ З АЦЭНКАЙ УСТОЙЛІВАСЦІ ГЕАЛАГІЧНАГА АСЯРОДДЗЯ

Е.Ю. Трацэўская, А.М. Галкін, Н.А. Красоўская

У артыкуле разглядаюцца асаблівасці тэктонікі Гомеля. Па выніках даследаванняў у межах горада выяўлена серыя тэктанічна актыўных разрыўных парушэнняў рознага рангу, якія фарміруюць блокавую структуру фундамента і ніжэйшай часткі платформавага чэхла. Устаноўлена, што разломы фундамента, як правіла, нязначна скранаюць ніжэйшыя асадкавыя слаі. Большасць разломаў адлюстравана ў сучасным ландшафце

ў размяшчэнні над імі ў асадкавым чохле зон рассеяных, разнародных і другаразовых дэфармацый, павышанай трэшчынаватасці, разушчыльнення і змянення складу і ўласцівасцей горных парод фундамента і асадкавага чохла. Для разломаў характэрны аномаліі рознага тыпу: структурныя, газаправоднасці, геахімічных і геафізічных палей і гэтак далей. Вылучаныя геадынамічна актыўныя зоны з'яўляюцца ўчасткамі павышанай геаэкалагічнай рызыкі. Даследавання паказалі, што да іх паўсюдна прымяркоўваюцца лакальныя і плашчадныя праяўленні інтэнсіўных прыродна-тэхнічных змяненняў геалагічнага асяроддзя. Так, напрыклад, участкам навейшых тэктанічных падняццяў уласцівы хуткі пераход лагчыны сцёку ў лагі і балкі, а потым у рэкі. Падчас далінная сетка адразу пачынаецца з лога. У межах тэктанічных апусканняў лагчыны сцёку пераходзяць у асноўным у балкі. Такая заканамернасць наглядаецца ў цэнтральнай частцы горада, вылучаемай аўтарамі як лакальнае падняцце, дзе далінная сетка пачынаецца адразу з логаў. У паўночнай жа частцы тэрыторыі ў межах тэктанічнага апускання эразійныя лагчыны сцёку пераходзяць у шырокія балкі з пакатымі бартамі.

У межах участкаў горада, якія зведваюць у навейшы час падняцце, сустракаецца асіметрыя рачной даліны Сожа без асіметрыі водападзельнай прасторы. Так, у паўночнай і паўднёвай частках горада даліна Сожа сіметрычная, у цэнтральнай жа частцы яна носіць яўна асіметрычны характар, правы бераг з'яўляецца эразійным.

На тэрыторыі горада таксама значна распаўсюджаны эолавыя працэсы і забалочванне, развіццё якіх у наступны час так ці інакш кантралююцца сучаснымі тэктанічнымі рухамі.

Выяўленьня тэктанічна актыўныя зоны ў межах Гомеля паслужылі асновай для буйнамаштабнага інжынерна-геалагічнага раяніравання па ўстойлівасці геалагічнага асяроддзя да тэхнагенных нагрузак, а таксама для прагнозу развіцця інжынерна-геалагічных працэсаў і з'яў з мэтай выбару ахоўных мерапрыемстваў, абгрунтавання аптымальных варыянтаў праектаў новай забудовы і рэканструкцыі інжынерных збудаванняў. Атрыманыя даныя паказваюць на неабходнасць абавязковага ўліку тэктанічных асаблівасцей тэрыторыі пры комплекснай ацэнцы ўстойлівасці геалагічнага асяроддзя гарадскіх агламерацый да тэхнагенных нагрузак.

SOME TECTONIC PECULIARITIES IN THE TERRITORY NEAR GOMEL IN THE CONTEXT OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT STABILITY ASSESSMENT

E.Yu. Tratsevskaya, A.N. Galkin, N.A. Krasovskaya

The article describes some tectonic features peculiar to the territory near Gomel. Investigations carried out within the town revealed a series of tectonically active rupture dislocations that are responsible for the block structure of the basement and lower part of the sedimentary cover. It was determined that the basement faults shift slightly as a rule the lower sedimentary strata. Most of dislocations are manifested in the modern landscape by overlying zones of scattered, nonaffine and repeated deformations and abnormally high fissuring, deconsolidation and changes in the composition of the basement and sedimentary cover rocks. Anomalies of different types are peculiar to faults: structural, gas-conductivity, geochemical and geophysical field anomalies, etc. The revealed geodynamically active zones are areas of high geoeological hazard. Investigations have shown that the local and areal severe natural and industrial changes of the geological environment are confined to the above zones. Ex. gr, rapid transitions of valleys to the gullies and ravines, and then to rivers are peculiar to recent tectonic uplifts. The valley pattern sometimes begins with a gully. Within tectonic lows the drainage valleys are usually replaced by gullies. The similar picture is observed in the central part of the town distinguished as a local uplift, where the valley network begins with gullies. In the northern part of the territory within a tectonic low the erosion drainage valleys are replaced by large ravines with gently sloping sides.

Within the town area which experiences uplifting nowadays, an asymmetry of the Sozh river valley is evident without an asymmetry of the watershed area. So, in the northern and southern parts of the town the Sozh river valley is symmetrical, but in the central part it shows an asymmetrical character as its right bank is erosional.

Within the territory of the town the eolian and bogging processes are very intensive and their operation depends on recent tectonic movements.

The tectonically active zones revealed within the town of Gomel have been used for a large-scale division of the studied territory into engineering and geological zones with respect to the geological environment stability to technogenic loads, and for forecasting future engineering and geological processes and phenomena which may be used to elaborate the nature protection measures and optimal alternative designs of new buildings and reconstruction of engineering structures. The data obtained suggest a necessity of tectonic features to be considered when a complex assessment of the geological environment stability to the technogenic loads in urban territories is carried out.