

# НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ВОРОБЬЕВЫХ ГОР МОСКВЫ

## NEOTECTONIC CONDITIONS IN THE AREA OF THE LANDSLIDE SLOPE VOROBIEV HILLS MOSCOW

### МАКЕЕВ В.М.

*Заведующий лабораторией эндогенной геодинамики и неотектоники  
Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева (ИГЭ) РАН, д.г.-м.н.,  
г. Москва, vmakeev@mail.ru*

### ГРИГОРЬЕВА С.В.

*Старший научный сотрудник лаборатории эндогенной геодинамики  
и неотектоники Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева (ИГЭ) РАН,  
к.г.-м.н., г. Москва, v\_vel@mail.ru*

### MAKEEV V.M.

*Manager of laboratory for Geodynamics and Neotectonics of the Sergeev  
Institute of geoeological of the Russian Academy of Sciences (IEG RAS), DSc  
(Doctor of sciences in Geology and Mineralogy), Moscow, vmakeev@mail.ru*

### GRIGORIEVA S.V.

*Senior researcher for Geodynamics and Neotectonics of the Sergeev Institute  
of geoeological of the Russian Academy of Sciences (IEG RAS), CSc  
(candidate of sciences in Geology and Mineralogy), Moscow, v\_vel@mail.ru*

### Ключевые слова:

*неотектоника; линейменты; оползневой склон; тектонические  
движения; опорный горизонт.*

### Key words:

*neotectonic, lineaments, slope of landslide, tectonic movements,  
strong horizon.*

### Аннотация

**Структурно-геоморфологические и неотектонические условия района Воробьевых гор г. Москвы исследованы в связи с формированием оползневых склонов. В результате впервые создана крупномасштабная структурно-геоморфологическая карта района Воробьевых гор в масштабе 1:25 000. На ней показаны формы рельефа, неотектонические структуры, включая геодинамически активные зоны и линейменты, обуславливающие развитие опасных геологических процессов. На основе истории формирования рельефа и неотектонических структур раскрываются причины и стадии формирования оползневого склона Воробьевых гор и оценивается его современная активность.**

### Введение

Проблемы возраста, стадий активности и причины образования оползней на склоне Воробьевых гор г. Москвы до сих пор являются крайне актуальными в связи с периодически возникающими планами возведения в этом районе различных зданий и сооружений [6, 10, 12, 15 и мн. др.]. Для успешной реализации этих проектов крайне важно крупномасштабное изучение структурно-геоморфологических и неотектонических условий оползневых склонов, позволяющее установить пространственно-временные закономерности их формирования, в том числе для того, чтобы оценить их безопасность и подготовить адекватные предложения по мероприятиям инженерной защиты. На протяжении многих десятилетий борьба с развитием активных оползневых процессов на склонах ограничивается участками с уже существующими оползневыми подвижками, укреплением береговых откосов. Проблема оценки потенциальной оползневой опасности от этого не становится менее актуальной.

Территория г. Москвы, включая район оползневого склона Воробьевых гор, неоднократно являлась объектом структурно-геоморфологического и неотектонического изучения в разных целях [2, 5, 11, 13, 16]. В 1997 г. под руководством В.И. Макарова и при непосредственном участии В.И. Бабака и И.Н. Федонкиной впервые была составлена структурно-геоморфологическая карта территории г. Москвы масштаба 1:50 000. В 2008–2009 гг. под руководством этого исследователя в лаборатории эндогенной геодинамики и неотектоники ИГЭ РАН была создана структурно-геодинамическая карта масштаба 1:25 000, входящая в состав комплекта крупномасштабных инженерно-геологических карт [12]. Успешному структурно-геоморфологическому и геодинамическому исследованию этой урбанизированной территории способствовал огромный опыт изучения рельефа, четвертичных отложений и неотектонических структур, полученный авторами

### Abstract

**Structural-geomorphological and tectonic conditions in the area of Vorobiev hills Moscow investigated in connection with the formation of landslide slopes. As a result, for the first time created a detailed structural-geomorphological map of Vorobiev hills Moscow in a scale 1:25 000. It was shown landforms, tectonic structures, including geodynamic active zones and lineaments, causes of development of dangerous geological processes. Based on the history of the formation of the relief and neotectonic structures reveals the causes and the stage of formation of the landslide slope Vorobiev hills and evaluated its modern activity.**

этих карт при изучении равнинных территорий Восточно-Европейской платформы.

Крупномасштабные исследования района Воробьевых гор основываются на концепции структурно-геодинамических условий устойчивости территорий, разработанной в последние годы [13]. Она предусматривает последовательный анализ структурно-геоморфологических и неотектонических условий от общего к частному, от древних (донеотектонических) структур к новейшим (неотектоническим). Метод исследований — структурно-геоморфологический [11, 14]. Он позволяет исследовать рельеф, новейшие отложения и древние структурные поверхности с точки зрения их деформаций.

Район оползневого склона характеризуется 1) донеотектоническими и 2) неотектоническими условиями.

### Донеотектонические (древние) условия района оползневого склона Воробьевых гор

Структуры палеозойско-мезозойского осадочного чехла изучены по трем поверхностям: 1) кровле верейского горизонта московского яруса среднекаменноугольного возраста, 2) поверхности доюрского основания и 3) подошве коломенского и подмосковного нерасчлененных горизонтов кимериджско-келловейских отложений юрской системы. Все эти горизонты являются погребенными, и, главное, они не изменены более поздними неоген-четвертичными эрозионными процессами, что позволяет сопоставлять древние структуры, выделенные по этим горизонтам, с неотектоническими структурами [8]. Это важно с целью оценки степени согласованности древних структур с новейшими для выявления тектонически активных зон.

Поверхности разных горизонтов представлены в абсолютных отметках (м).

1. Кровля верейского горизонта московского яруса среднекаменноугольного возраста (рис. 1).

Верейский горизонт сложен глинами, известняками и доломитами мощностью 14 м. По кровле этого горизонта выделяются Московское поднятие, Коломенский прогиб, структурная терраса (ступень) и флексура.

По знаку вертикальных движений Московское поднятие согласуется с Центрально-Московским неотектоническим поднятием. Последнее с этой точки зрения является устойчиво (согласно) развивающейся структурой. Коломенский прогиб не согласуется по знаку движений с Наро-Фоминским неотектоническим поднятием, что может указывать на концентрацию неотектонических напряжений в этих структурах. На сочленении Наро-Фоминского и Центрально-Московского поднятий формируется Москворецкая флексурно-депресссионная зона или Москворецкий региональный блокораздел [11, 14].

Московское поднятие в юго-восточном направлении переходит в структурную террасу (ступень), которая постепенно снижается с отметок минус 30 м до минус 40 м. Таким образом, шарнир Московского поднятия постепенно погружается с северо-запада на юго-восток, согласуясь при этом с Москворецкой флексурно-депресссионной зоной.

Московское поднятие и Коломенский прогиб сопряжены друг с другом по флексуре С-З простирания, ширина которой составляет около 2 км. Она характеризуется обратной юго-западной экспозицией относительно

регионального падения пород верейских пород на северо-восток. Подобного типа флексуры относятся к антигетическим, образующимся в условиях напряжений сжатия. Вертикальная амплитуда поднятия верхнего крыла флексуры составляет 10 м на 2 км, градиент уклона 0,005, угол падения изгиба  $0,3^{\circ}$  ( $20^{\circ}$ ). С ней согласуется Москворецкая флексурно-депресссионная зона.

2. Погребенная поверхность доюрского основания (рис. 2).

Доюрский рельеф образовался во время длительного континентального перерыва осадконакопления, который продолжался в течение пермского, триасового и раннеюрского времени. В среднеюрско-меловое время перерыв закончился опусканием территории накоплением песчано-глинистых отложений в доюрской ложбине.

С юга на север по доюрскому рельефу устанавливается пологий прогиб и три структурных ступени снизу вверх: 1) низкая с отметками 75 м и ниже, 2) относительно высокая с отметками 95 м и 3) высокая с отметками 110 м и выше. Между низкой и относительно высокой ступенями установлена флексура с невыдержанным, извилистым простиранием, но в целом согласующаяся с верейской флексурой. Амплитуда флек-

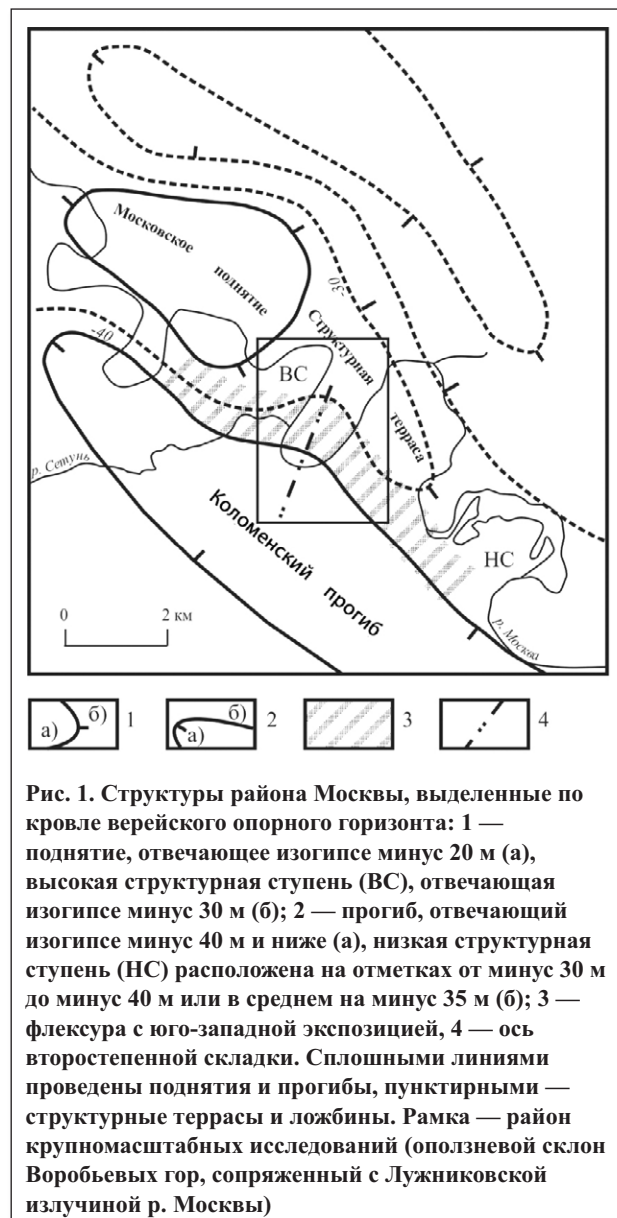


Рис. 1. Структуры района Москвы, выделенные по кровле верейского опорного горизонта: 1 — поднятие, отвечающее изогипсе минус 20 м (а), высокая структурная ступень (ВС), отвечающая изогипсе минус 30 м (б); 2 — прогиб, отвечающий изогипсе минус 40 м и ниже (а), низкая структурная ступень (НС) расположена на отметках от минус 30 м до минус 40 м или в среднем на минус 35 м (б); 3 — флексура с юго-западной экспозицией, 4 — ось второстепенной складки. Сплошными линиями проведены поднятия и прогибы, пунктирными — структурные террасы и ложбины. Рамка — район крупномасштабных исследований (оползневой склон Воробьевых гор, сопряженный с Лужниковской излучиной р. Москвы)

сурного изгиба составляет около 15 м на расстоянии (базе) 750 м, угол падения 24' и градиент изгиба 0,02.

Южнее флексуры — низкая структурная ступень, в которой находятся два наложенных изометричных локальных поднятия с амплитудой 5 м, отвечающие изогипсе 80 м. Эти поднятия хорошо согласуются с двумя поднятиями, осложняющими Наро-Фоминское (Теплостанское) неотектоническое поднятие. Низкая ступень сочленяется с прогибом, наследующим доюрскую ложбину.

Таким образом, во времени структурный план исследуемого района изменялся. Снизу вверх по разрезу в пределах Коломенского верейского прогиба в доюрском рельефе выделяется низкая наклонная на юг ступень с локальными поднятиями. В пределах Московского верейского поднятия в доюрском рельефе выделяется две высоких ступени. Флексура верейского возраста нашла свое продолжение в доюрском рельефе в виде очень пологой флексуры.

3. Подошва коломенского и подмосковного нерасчлененных горизонтов кимериджско-келловейских отложений юрской системы (рис. 3) [14].

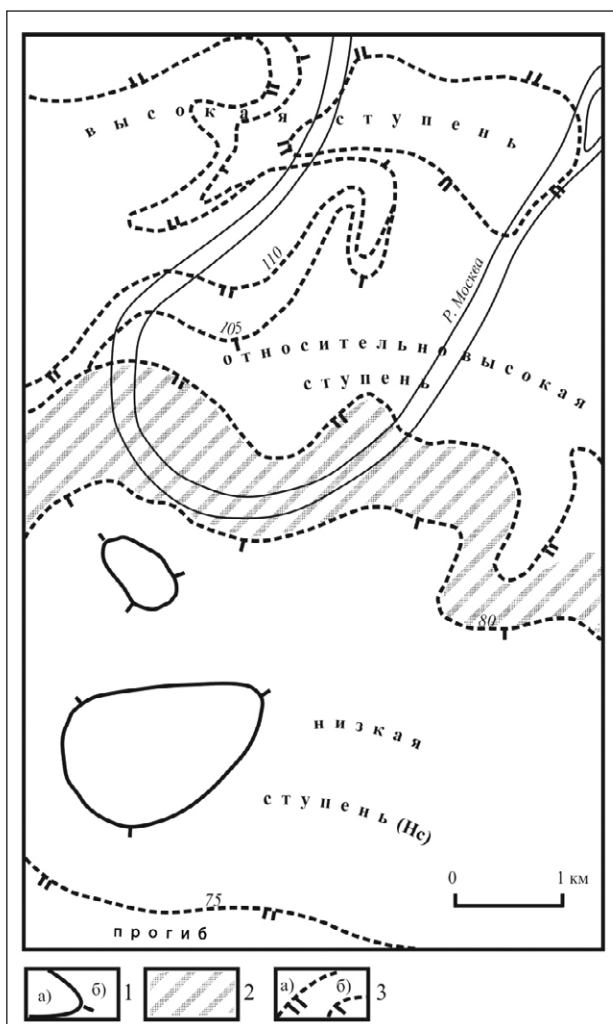


Рис. 2. Структуры района Теплостанской возвышенности и Лужниковской излучины р. Москвы, выделенные по поверхности доюрского основания: 1 — высокая структурная ступень, отвечающая изогипсе 110 м (а), низкая структурная ступень, отвечающая изогипсе 75 м (б), 2 — флексура, 3 — бровка (а) и тыловой шов (б)

Коломенский и подмосковный нерасчлененные горизонты кимериджско-келловейских отложений юрской системы сложены черными глинами мощностью 15–27 м [14].

По изогипсам подошвы подмосковного горизонта в центральной части исследуемого района установлены высокая и низкая структурные ступени. Граница этих ступеней друг с другом прослеживается по изогипсе 110 м. В районе Лужниковской излучины она выражается малой амплитудой поднятия: 10 м на 1 км. Градиент изгиба (уклона) ее не постоянен — с запада на восток он увеличивается, подчиняясь простиранию высокой ступени, окаймляющей со всех сторон Московское поднятие. В среднем он составляет 0,001. Этот изгиб согласуется с доюрской и верейской флексурами, для которых установлено закономерно уменьшение градиента уклона снизу вверх по разрезу с 0,005 до 0,001. Экспозиция изгиба при этом остается неизменной, т.е. юго-западной. Эта закономерность сохранилась при формировании флексуры в позднеюрское время. Антитетический тип строения флексур может указывать на формирование их в условиях исключительно напряжений сжатия.

В северном направлении высокая ступень, отвечающая изогипсам 110–130 м, переходит в Центрально-Московское поднятие. В южном направлении она пере-

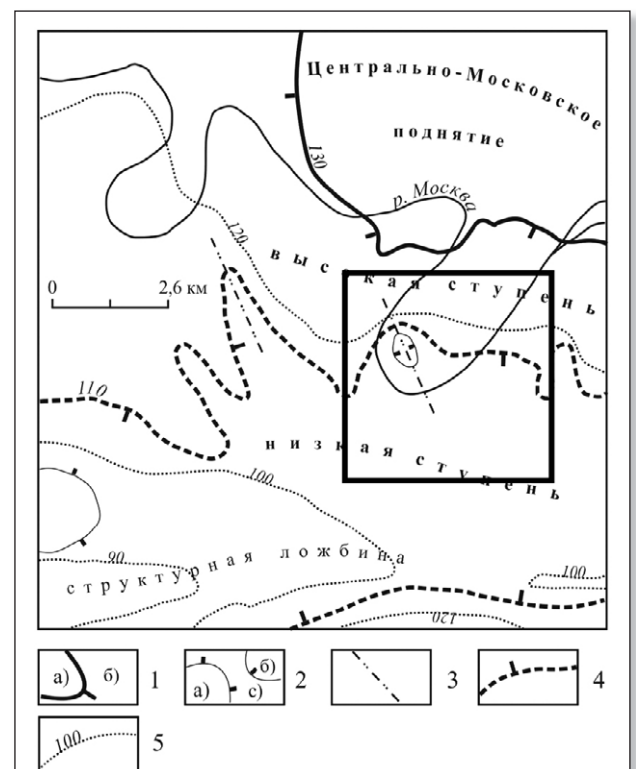


Рис. 3. Структуры района Наро-Фоминского поднятия (Теплостанской и Кунцевской возвышенностей) и долины р. Москвы, выделенные по подошве подмосковного горизонта: 1 — поднятие, отвечающее изогипсе 130 м (а), высокая структурная ступень, отвечающая изогипсе 110 м (б); 2 — локальные структурные формы: поднятия (а), понижения (б), низкая ступень (с); 4 — граница между высокой и низкой ступенями (градиентный изгиб); 5 — изогипсы подошвы подмосковного горизонта. Рамка — район крупномасштабных исследований



ходит в низкую ступень, которая сопряжена с субширотной ложбиной. В западной части этой ложбины локализовано наложенное изометричное поднятие. В ее пределах подошва оксфордского яруса падает в южном направлении с амплитудой 15 м на 2 км. Угол падения составляет 20', средний градиент уклона — 0,004. С запада на восток ширина высокой ступени уменьшается, градиент уклона увеличивается до 0,007. Наклон низкой и высокой ступеней осложнен локальными складками, одна из которых установлена в Лужниковской меандре р. Москвы. Она выражается снижением подошвы этих горизонтов с 110 м до 104 м на базе 20 м.

Центрально-Московское позднеюрское поднятие, отвечающее замкнутой горизонтали 130 м, по знаку движений наследует Московское верейское поднятие. С этой точки зрения оно является согласным и устойчиво развивающимся.

### Неотектонические условия района оползневого склона Воробьевых гор

Положение оползневого склона Воробьевых гор в неотектонической структуре и стадии его активности определены на основании изучения четвертичных отложений и структурно-геоморфологических уровней: речных террас и эрозионно-денудационных поверхностей.

По рельефу и четвертичным отложениям исследуемый район разделяется на юго-западную часть, представленную Воробьевыми горами, и северо-восточную часть, представленную Лужниковской излучиной р. Москвы (рис. 4). Границей юго-западной и северо-восточной частей является эрозионно-тектонический уступ.

В юго-западной части исследуемого района распространены ранне- и среднеледниковые отложения, залегающие на дочетвертичных эрозионно-денудационных уровнях, выработанных по песчаным отложениям преимущественно мелового возраста. Северо-восточная часть представлена средне- и позднеплейстоценовыми надпойменными террасами, вложенными в древние долины и меловые и юрские породы.

Эрозионно-тектонический уступ, являющийся границей юго-западной и северо-восточной частей исследуемого района, имеет северо-западное простирание. Он выражен в рельефе и в подошве четвертичных отложений. В рельефе он имеет ширину приблизительно 0,5–1 км, длину более 12 км.

По подошве четвертичных отложений (поверхности коренных дочетвертичных пород) уступ характеризуется следующим образом. Бровка уступа находится на отметке 170 м, тыловой шов, отвечающий раннеледниковой (досетуньской) поверхности, — на 150 м. Амплитуда уступа составляет 20 м на 500–750 м расстояния, градиент — 0,02–0,04. Уступ хорошо выражен и в рельефе. Он согласовывается с древними флексурами, выраженными в опорных горизонтах осадочного чехла. Отличительная особенность его — северо-восточная экспозиция, которая противоположна экспозиции древних флексур. Экспозиция уступа согласуется с падением обширно развитой в исследуемом районе эоплейстоценовой поверхности. По этой причине он является синтетическим, т.е. согласным. Подобного типа флексуры формируются исключительно

но в условиях напряжений растяжения. Заметим, что у древних флексур изгиб антитетический.

На происхождение ходынского эрозионно-тектонического уступа имеется две точки зрения: тектоническая и ледниковая. В пользу тектонической природы говорит его прямолинейность, протяженность и, главное, согласованность с древними погребенными флексурами [2–5, 7, 10, 11, 14, 15]. Зоны ледникового происхождения, как правило, не протяженны, не прямолинейны, часто имеют фестончатое строение и, главное, подобного типа структуры — бескорневые. Не исключено, что его происхождение связано с одновременным влиянием этих двух факторов.

В юго-западной части исследуемого района по меловым породам выработаны три эрозионно-денудационных ступени: 1) миоцен-раннеплиоценовая, 2) позднеплиоценовая и 3) эоплейстоценовая. От размыва более всего сохранилась эоплейстоценовая



поверхность, которая широко развита и прослеживается с Наро-Фоминского поднятия с отметок 170 м до Центрально-Московского поднятия до 150 м. Ступени перекрыты моренами донского и московского оледенений, флювиогляциальными (зандровыми) отложениями сетуньско-донского (окско-днепровского) и московско-донского оледенений [4, 7, 14]. Сетуньская морена долинная — она обнаруживается исключительно в палеоврезах.

Формированию зандровых долин предшествовало образование палеодолин — переуглубленных врезов и их педиментов. Различаются досетуньский, додонской и домосковский врез. Досетуньский врез с отметками тальвега 80–90 м располагается в 5 км к северо-востоку от ходынского эрозионно-тектонического уступа. Одновозрастный с ним педимент находится приблизительно на отметках 135–145 м. Менее глубокий додонской врез с отметками тальвега ниже 110 м и расположен в 3 км северо-восточнее этого уступа. Он выше досетуньского на 20–30 м. Врез заполнен сетуньско-донскими отложениями. Одновозрастный с ним педимент находится на отметках 120 м. Разновозрастные палеодолины заполнены и перекрываются исключительно послесетуньско-додонскими флювиогляциальными отложениями. В этой связи возраст более древнего досетуньского педимента нельзя считать установленным. Локализация домосковской палеодолины также проблематична. Следует отметить, что палеодолины наследуют Москворецкую флексурно-депресссионную зону.

Эоплейстоценовая поверхность, моноклинально снижающаяся с юга на север, подверглась после своего образования дифференцированным вертикальным движениям с образованием пологих поднятий и прогибов. Они привели к заложению в прогибах досетуньских палеодолин, а на их склонах, сопряженных с поднятиями, педиментов. Эти движения привели к дальнейшему погружению Москворецкой флексурно-депресссионной зоны и погребению доледниковых и межледниковых врезов на глубину 25–30 м относительно подошвы голоценового вреза р. Москвы. Это время ознаменовалось формированием первых оползневых форм рельефа, у которых базис эрозии — переуглубленные тальвеги досетуньских и додонских врезов. Они вскрывают юрские глины на всю их мощность и частично каменноугольные отложения.

В северо-восточной части исследуемого района широко распространены три аккумулятивных надпойменные террасы: 1) ходынская 135–160 м, 2) мневниковская 130–140 м и 3) серебряноборская 126–130 м. Ходынская флювиогляциальная терраса мощностью 4–7 м вложена в основном в коренные отложения мелового и позднеюрского возраста, мневниковская терраса с мощностью аллювия до 10–12 м — в сетуньско-донские флювиогляциальные отложения, серебряноборская терраса с мощностью аллювия около 10 м — в московские ледниковые отложения. Подошва серебряноборской террасы находится на отметке 117 м. В районе Лужниковской меандры подошва пойменных отложений р. Москвы, вложенная в позднеюрские глины оксфордского яруса, находится на отметке 112 м.

Флювиогляциальные отложения ходынской террасы непосредственно примыкают к тыловому шву эрозион-

но-тектонического уступа и распространяются вдоль его простираия. В этой связи возраст заложения уступа можно считать ходыньским. Лужниковская излучина р. Москвы в процессе своего бокового развития эродировала этот уступ. Она вскрывает меловые и юрские терригенные отложения, общая мощность которых в пределах смотровой площадки Воробьевых гор около 85 м (скв. 110498). Вследствие неотектонического роста Наро-Фоминского (Теплостанского) поднятия они наклоняются в сторону прогибающейся Москворецкой флексурно-депресссионной зоны, или прогиба, поскольку их падение согласуется падением, наклоняющейся эоплейстоценовой поверхности. Как следствие, оползневой склон Воробьевых гор, приуроченный к зоне сочленения Наро-Фоминского поднятия и Москворецкого прогиба, является тектонически активным.

Таким образом, активность оползневого склона связывается с увеличивающимся наклоном на северо-восток в сторону Лужниковской излучины р. Москвы ходынского эрозионно-тектонического уступа, рассматриваемого в качестве элемента геодинамически активной зоны [7]. В этих условиях сохранившиеся от размыва более крутые древние оползневые поверхности смещения в верхней своей части могут активизироваться и служить зонами отрыва. Эти процессы усугубляются, поскольку современные геодинамические условия этого района характеризуются напряжениями растяжения.

На основании структурно-геоморфологических данных выделены линеаменты и неотектонические швы. Эти структуры снижают устойчивость оползневого склона (рис. 5).

Линеаменты — протяженные однонаправленные сменяющие друг друга по простираию единичные структурные линии. Неотектонические швы — зоны сгущения субпараллельных единичных линеаментов [1–3, 9]. Согласно электронной базе данных буровых скважин, имеющейся в Институте геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, одни линеаменты отвечают зонам разуплотнения, повышенной трещиноватости и проницаемости горных пород, другие нет. Это позволило разделить линеаменты на подтвержденные и неподтвержденные данными буровых работ [5, 12, 14]. Подтвержденным линеаментам нередко соответствует раздробленность каменноугольных пород, по которым нередко активизируется подземный карст. Линеаменты и швы наследуются овражно-балочной сетью, речными долинами, седловинами, бровками вершинных и террасовидных поверхностей, уступами террас, перегибами склонов и палеоврезами, часто являющиеся спрямленными.

Различаются основные и локальные неотектонические швы. Основные тектонические швы окаймляют Москворецкую флексурно-депресссионную зону с двух сторон: с юго-запада и северо-востока. Юго-западный шов (эрозионно-тектонический уступ) прослеживается вдоль оползневого склона Воробьевых гор, относящихся к Наро-Фоминскому поднятию. С ним согласуются флексуры верейского, коломенского и подмосковного осадочных горизонтов. Северо-восточный шов прослеживается вдоль Центрально-Московского поднятия и находится за пределами района исследования. Локальные тектонические швы обрамляют Лужниковскую излучину р. Москвы со всех сторон. Они



наследуются переуглубленными притоками пра-Сетуни и пра-Москвы. По данным бурения по этим швам в известняках подольско-мячковского горизонта среднекаменноугольного возраста развиваются повышенная трещиноватость и подземный карст. Линеаменты короткие и наследуются эрозионными ложбинами. На склоне Воробьевых гор они проявляют намечающиеся зоны закола оползневых тел.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют выделить три стадии развития оползневых склона Воробьевых гор.

Первая стадия — формирование ранне- и среднеплейстоценовых оползневых массивов в связи с интенсивными дифференцированными вертикальными движениями и заложением палеодолин, ныне погребенных. По данным бурения поверхность смещения оползневых массивов опускается до тальвегов переуглубленных врезов, т.е. до отметок 85–90 м. Оползневые массивы — это смещенные блоки коренных пород мелового и юрского возраста. Позднее в эпоху донского и московского покровных оледенений активность ополз-

невых процессов затихала из-за относительного выравнивания территории под ледниковой нагрузкой и отсутствия эрозии. В межледниковые эпохи во время снятия этой нагрузки и повышенной эрозионной деятельности их активность снова возобновлялась.

Вторая стадия — послеледниковые оползневые склоны формируются в связи с продолжающимися дифференцированными тектоническими движениями и широким развитием надпойменных террас р. Москвы. Это время характеризуется ростом поднятий и углублением прогибов. В это время продолжается опускание Москворецкой флексурно-депресссионной зоны. Ее развитие приводит к увеличению уклона в ходыном эрозионно-тектоническом уступе (юго-западном тектоническом шве), рассматриваемом в качестве зоны повышенной трещиноватости и водо-флюидной проницаемости. В этих условиях древние более глубинные генерации оползней не теряют своей активности, а напротив, они активизируются, что становится причиной для развития более приповерхностных оползней.



Третья стадия — формирование оползневых склонов вследствие боковой эрозии, вызываемой правосторонним смещением Лужниковской излучины р. Москвы под действием кориолисовой силы.

## Выводы

Современные оползневые склоны Воробьевых гор, включая и некоторые другие смещенные склоны правобережья р. Москвы (Коломенской, Кунцевской и др. возвышенностей), приурочены к узкому эрозионно-тектоническому уступу, отвечающему сопряжению Наро-Фоминского поднятия и Москворецкого прогиба (флексурно-депресссионная зона). Лестница ступеней Наро-Фоминского поднятия указывают на его рост, погребенные палеоврезы — на опускание Москворецкого прогиба в течение неоген-четвертичного (новейшего) времени. В этой связи можно полагать, что градиент деформации эрозионно-тектонического уступа, к которому приурочены оползневые склоны, будет увеличиваться и в будущем. Линеаменты и шовные зоны, которые рассматриваются в качестве зон повышенной трещиноватости и проницаемости, осложняют и без того непростую неотектоническую обстановку в этом районе. Их рисунок в пределах Наро-Фоминского поднятия, немного выпуклый в юго-западную сторону, указывает на развитие оползневых деформаций в направ-

лении от Лужниковской излучины далее в юго-западном направлении. Эти линеаменты наследуются руслами рек Раменка, Рогачевка и Очаковка, с одной стороны, Чура, Кровянка и Котловка, с другой стороны, этого поднятия и являются явно асимметричными: у них в целом более крутыми являются юго-западные склоны и более пологими северо-восточные. Это может указывать на наведение активных напряжений растяжения от Лужниковской излучины в направлении центральной части Наро-Фоминского поднятия, т.е. сбросовая составляющая напряжений более активна, нежели взбросовая.

По мнению авторов статьи, стабилизировать оползни Воробьевых гор в таких условиях достаточно сложно. Они периодически будут активизироваться, несмотря на защитные мероприятия. Более подробно вторая и третья стадии развития оползневого склона Воробьевых гор будут рассмотрены в дальнейших публикациях авторов. Для этого предполагается привлечь фактический материал по другим оползневым склонам р. Москвы, которые являются более полно изученными с точки зрения позднечетвертичной истории. Выбор технологий защитных мероприятий для стабилизации склоновых деформаций следует подкреплять знаниями о генетических особенностях формирования склонов, которые предполагают изучение геоморфолого-структурных (неотектонических) условий исследуемого района. 📄

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабак В.И., Николаев Н.И.* Пояснительная записка к карте геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала и Калининградской области). Масштаб 1:1 500 000. М., 1983. 46 с.
2. *Бабак В.И., Григорьева С.В., Котов Ф.С., Макаров В.И.* Геодинамически активные зоны г. Москвы (участок Лефортово) // Сергеевские чтения. Вып. 3. М.: ГЕОС, 2001. С. 201–205.
3. *Бабак В.И., Григорьева С.В., Макаров В.И.* Влияние геодинамически активных зон на экологию центральной части г. Москвы // Сергеевские чтения. Вып. 4. М.: ГЕОС, 2002. С. 183–186.
4. *Голодковская Г.А., Лихачева Э.А., Петренко С.И.* Палеогеографический анализ и его значение для инженерно-геологического районирования (на примере территории Москвы) // Вест. МГУ. Сер. 4. Геология. 1981. С. 3–18.
5. *Григорьева С.В., Макеев В.М., Коробова И.В., Крылова В.С.* Структурно-геодинамические условия Москвы // Разведка и охрана недр. 2014. № 1. С. 64–70.
6. *Даньшин Б.М.* Геологическое строение Ленинских гор в связи с некоторыми вопросами стратиграфии отложений меловой системы и оползневыми явлениями по берегу Москвы-реки // Известия Московского геологического треста. Т. IV. 1937.
7. *Дорожко А.Л., Макеев В.М., Батрак Г.И., Позднякова И.А.* Геодинамически активные зоны и линеаменты Москвы и их геоэкологическое значение // Геоэкология. 2015. № 2. С. 147–157.
8. *Жуков В.А.* Некоторые структурные особенности юго-западной части Московской палеозойской котловины // Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1940. Вып. 6. С. 36–41.
9. Карта геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала, Зауралья и Калининградской области). Масштаб 1:1 500 000. Гл. ред. Бабак В.И. ГУГК. 1980.
10. *Кутепов В.М., Анисимова Н.Г., Кожевникова И.В., Козлякова И.В., Райков А.А., Соколов В.С.* Инженерно-геологические условия оползневого участка в окрестностях Коломенского в Москве // Сергеевские чтения. Вып. 3. М.: ГЕОС, 2001. С. 227–230.
11. *Макаров В.И., Бабак В.И., Гаврюшова Е.А., Федонкина И.Н.* Новейшая тектоническая структура и рельеф Москвы // Геоэкология. 1998. № 4. С. 3–20.
12. *Макаров В.И., Григорьева С.В., Макеев В.М., Коробова И.В., Крылова В.С.* Структурно-геодинамическая карта г. Москвы масштаба 1:25 000 // Малый энциклопедический атлас г. Москвы. М. 2013.
13. *Макеев В.М., Макарова Н.В., Леденев В.Н., Дорожко А.Л., Суханова Т.В., Карфидова Е.А., Коробова И.В.* Основы концепции геодинамической безопасности экологически опасных сооружений // Геоэкология. 2015. № 2. С. 99–110.
14. Москва: Геология и город / ред. В.И. Осипов и О.П. Медведев. М.: Московские учебники и картография, 1997. 400 с.
15. *Осипов В.И.* Зоны геологического риска на территории Москвы // Вестник Российской академии наук. 1994. Том 64. № 1. С. 32–45.
16. *Симонов А.Н.* Опыт применения морфографического анализа для выявления элементов блочной тектоники на территории г. Москвы // Методы типизации и картографирования геологической среды городских агломераций для решения задач планирования инженерно-хозяйственной деятельности. М., 1981.





13-я Международная выставка  
оборудования и программного  
обеспечения для геодезии  
и геоинформационных систем



**18-20 октября 2016**

Россия, Москва  
КВЦ «Сокольники»  
Павильон 4

Подробнее о выставке  
**[www.geoexpo.ru](http://www.geoexpo.ru)**



Организатор  
Группа компаний ITE  
+7 (499) 750 08 28  
[geo@ite-expo.ru](mailto:geo@ite-expo.ru)

Генеральный  
информационный спонсор

