

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГЕНЕЗИСА ВОРОНОК НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТРОИЦКОГО И НОВОМОСКОВСКОГО ОКРУГОВ, г. МОСКВА)

Принята к публикации 30.05.2025

Опубликована: 16.06.2025

РОМАНОВА Е.Р.

Младший научный сотрудник
Института геоэкологии имени
Е.М. Сергеева РАН, преподаватель
Московского государственного
строительного университета, г. Москва,
Россия
romanova.elizaveta.r@yandex.ru

ЖИДКОВ Р.Ю.

Главный инженер отдела
картографирования и ведения Единой
городской картографической основы
Москвы ГБУ «Мосгоргеотрест»,
к. г.-м. н., Москва, Россия
rzhidkov@gmail.com

АБАКУМОВА Н.В.

Инженер первой категории
лаборатории грунтоведения и
технической мелиорации грунтов
геологического факультета
Московского государственного
университета имени М.В Ломоносова,
к. г.-м. н., г. Москва, Россия
abakumova.nv@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Плотность и размеры поверхностных проявлений карста, карстово-суффозионного и суффозионного (не связанного с карстом) процессов – необходимая информация для районирования территории по категориям опасности. Для природных территорий, мало затронутых человеческой деятельностью, задача заключается только в поиске понижений. На территориях с богатой историей, отсутствием современной строительной и сельскохозяйственной деятельности актуально установление происхождения обнаруженных бессточных впадин, так как люди за века своего проживания, не всегда мирного, сильно изменяют ландшафт. При этом определение происхождения формы рельефа на основе морфометрического анализа не всегда эффективно.

В данной работе рассматриваются примеры установления происхождения локальных понижений рельефа, обнаруженных в Троицком и Новомосковском административных округах (ТиНАО) г. Москвы на участках, свободных от современной застройки и сельскохозяйственной деятельности. Методика базируется на ретроспективном изучении антропогенного освоения территории и включает изучение архивных топографических и военных карт, аэрофотоснимков, информации о подземной добыче строительных материалов и о проводившихся на территории археологических работах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

опасные геологические процессы; карст; воронки; генезис; каменоломни, суффозия.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Романова Е.Р., Жидков Р.Ю., Абакумова Н.В. Ретроспективный подход к определению генезиса воронок на земной поверхности (на примере Троицкого и Новомосковского округов, г. Москва) // ГеоИнфо. 2025. Т. 7. № 1. С. 34–47. DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-1-34-47.

RETROSPECTIVE APPROACH TO DETERMINING THE GENESIS OF SINKHOLES ON THE EARTH SURFACE (BY THE EXAMPLE OF TROITSK AND NOVOMOSKOVSK DISTRICTS, MOSCOW)

Accepted for publication 30.05.2025

Published 16.06.2025

ROMANOVA E.R.

Junior researcher, Sergeev Institute of Environmental Geoscience of the Russian Academy of Sciences; lecturer, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
romanova.elizaveta.r@yandex.ru

ZHIDKOV R.Yu.

PhD, chief engineer, Department of Mapping and Maintenance of the Unified City Cartographic Base of Moscow, State Budgetary Institution "Mosgorgeotrest", Moscow, Russia
rzhidkov@gmail.com

ABAKUMOVA N.V.

PhD, first category engineer, Laboratory of Soil Science and Technical Soil Reclamation, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
abakumova.nv@mail.ru

ABSTRACT

The density and sizes of surface manifestations of karst, karst-suffusion and suffusion (not related to karst) processes are the necessary information for zoning territories according to hazard categories. For natural areas, that are little affected by human activities, the task is only to find depressions. In a territory, which is characterized by a rich history and lack of modern construction and agricultural activities, it is relevant to determine the origin of the detected drainless depressions, because people have greatly changed the landscape over the centuries of their residence (not always peaceful). At the same time, determining the origin of a relief form on the basis of morphometric analysis is not always effective.

This paper considers examples of determining the origin of local relief depressions found in areas that are free from modern development and agricultural activities in the Troitsk and Novomoskovsk administrative districts (TiNAO) of Moscow. The technique is based on the retrospective study of anthropogenic development of the territory and includes studying of archival topographic and military maps, aerial photographs, information on underground mining of construction materials and archaeological works carried out in the territory.

KEYWORDS:

dangerous geological processes; karst; sinkholes; genesis; quarries, suffusion.

FOR CITATION:

Romanova E.R., Zhidkov R.Yu., Abakumova N.V. Retrospektivnyi podkhod k opredeleniyu genezisa voronok na zemnoi poverkhnosti (na primere Troitskogo i Novomoskovskogo okrugov, g. Moskva) [Retrospective approach to determining the genesis of sinkholes on the earth surface (by the example of Troitsk and Novomoskovsk districts, Moscow)] // GeoInfo. 2025. T. 7. № 1. S. 34–47. DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-1-34-47 (in Rus.).

ВВЕДЕНИЕ ►

Наличие или отсутствие поверхностных проявлений карста и связанной с ним суффозии является одним из признаков районирования территории по категориям опасности [1]. По информации о количестве и расположении поверхностных проявлений процесса исследователи выделяют участки наиболее вероятного образования новых форм рельефа. Это основано на том допущении, что процесс обрушения или оседания земной поверхности имеет потенциально рецидивный характер.

При проведении рекогносцировочных работ на территориях, характеризующихся минимальной степенью антропогенного вмешательства, для которых свойственно образование поверхностных проявлений процессов карста и суффозии, у исследователей обычно не возникает сомнения о происхождении обнаруженных локальных пониже-

ний. Совершенно иначе дело обстоит с давно освоенными территориями. В процессе своего существования люди ведут строительную и сельскохозяйственную деятельность, извлекают, переносят, выравнивают, складируют грунты – и вся эта деятельность меняет природный рельеф. Поэтому на заселенных людьми территориях, в границах которых природные условия благоприятствуют протеканию карстовых процессов, выявленные локальные понижения рельефа могут иметь как природное, так и антропогенное происхождение. Для установления причины их образования необходимо проведение дорогостоящих полевых и лабораторных исследований. Однако предположительное происхождение некоторых форм рельефа может быть определено на основе ретроспективного анализа хозяйственной деятельности на данной территории.

Таким образом, к антропогенно измененным участкам в рамках данной работы авторы относят: территории, свободные от застройки, на которых ранее существовали сооружения и участки, где были обнаружены археологические ценности; подработанные территории.

Предлагаемая методология ретроспективного анализа включает изучение архивных топографических планов и военных карт, аэрофотоснимков, информации о подземной добыче строительных материалов и о проводившихся на исследуемой территории археологических работах. Только если исключить возможность образования на земной поверхности воронок в результате вышеперечисленных причин, можно предположить их природное происхождение. После этого можно планировать проведение полевых исследований для подтверждения или опровергения данной гипотезы. Такой

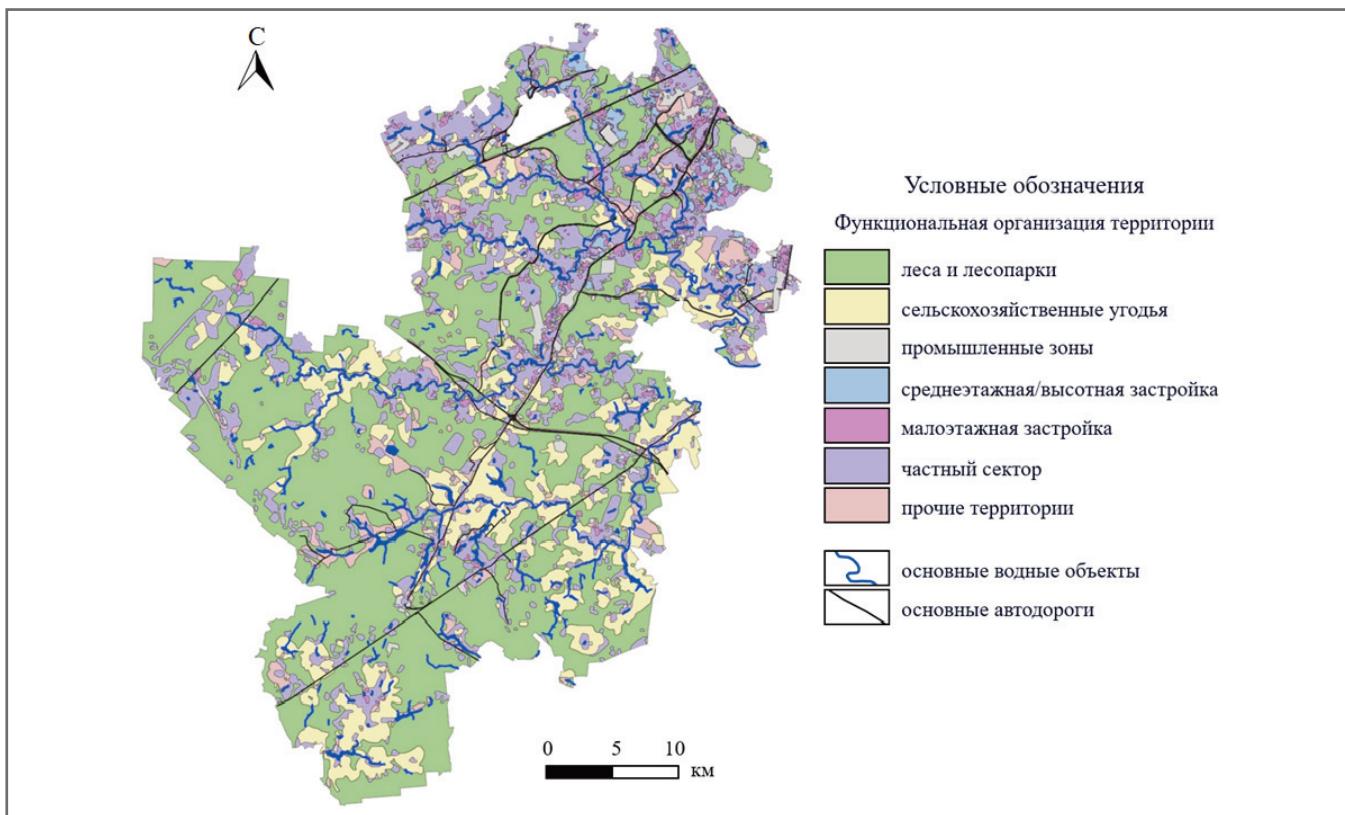


Рис. 1. Схема функциональной организации территории ТиНАО, составленная авторами на основе единой городской картографической основы г. Москвы ГБУ «Мосгортранс» [2]

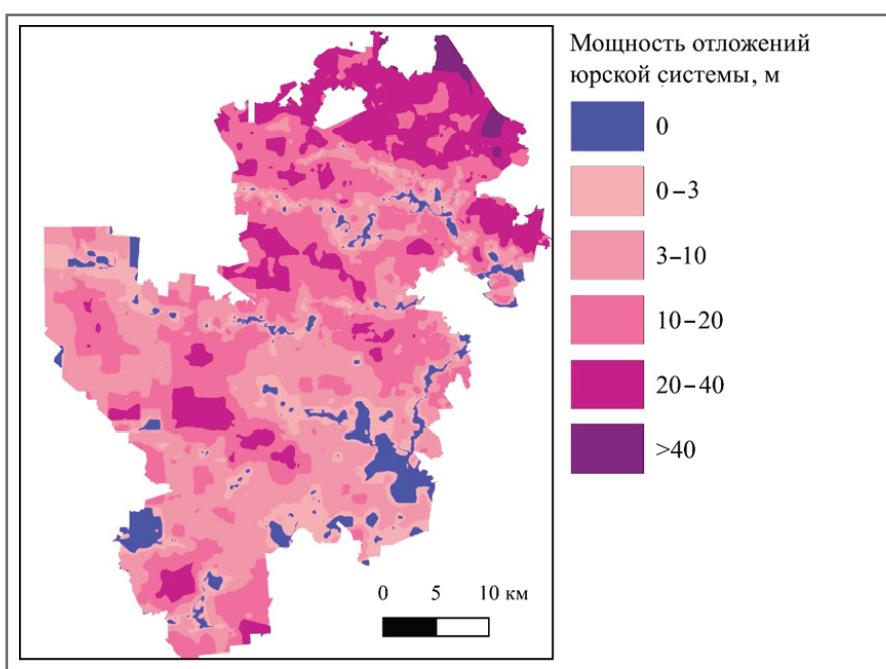


Рис. 2. Карта мощности юрских отложений (составлена авторами на основе данных цифровой трехмерной геологической модели ГБУ «Мосгортранс»)

ретроспективный подход позволит исследовать и анализировать большие по площади территории, уменьшить количество маршрутных наблюдений и сократить объем дорогостоящих полевых работ, что, несомненно, приведет к повышению достоверности и обоснованности полученных результатов.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ►

В 2012 году площадь территории г. Москвы увеличилась с 1081 до 2561 км² за счет присоединения земель, до этого входивших в состав Московской области. Эти территории образовали 2 административных округа –

Троицкий и Новомосковский (ТиНАО) – и получили негласное название «Новая Москва».

«Москва не сразу строилась» – так звучит строчка песни из кинофильма «Москва слезам не верит», и новые территории города, несмотря на то что с момента их присоединения прошло более 10 лет, по большей части остаются небольшими разрозненными поселениями, а южные ее районы практически лишены современного антропогенного вмешательства и покрыты лесом (рис. 1).

В геологическом строении территории ТиНАО принимают участие отложения четвертичной, меловой, юрской и каменноугольной систем.

Четвертичные отложения представлены преимущественно моренными, разделяющими их межледниковых и перекрывающим их покровным горизонтами, аллювиальными отложениями в современных речных долинах. Дочетвертичные ложбины и долины заполнены древними аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Локально развиты склоновые, болотные, овражные и техногенные отложения. В среднем мощность чехла четвертичных отложений изменяется в пределах 15–20 м, достигая на участках перекрытия древних долин 40 м.

Меловые отложения распространены не повсеместно, размыты по доли-

нам крупных рек, имеют мощность до 15–23 м (здесь и далее – по данным ГБУ «Мосгоргеотрест»). Представлены серо-зелеными мелкими и пылеватыми песками и глинами полутвердыми, с прослойями песка и песчаника низкой прочности.

Юрские отложения, как и меловые, размыты по долинам рек Десна, Незнайка, Пахра, Моча (рис. 2). На таких участках размыва под покровом четвертичных отложений, мощность которых достигает первых метров, залегают карбонатные отложения среднего отдела каменноугольной системы (рис. 3). Отложения представлены серо-зелеными мелкими песками, черно-зелеными и черными глинами от полутвердой до твердой консистенции со следами аммонитов, детритом, конкрециями марказита. Мощность отложений различна, от первых метров до 15–20 м, местами может достигать 25–45 м.

Каменноугольная система в пределах глубины исследования представлена отложениями каширского и подольско-мячковского горизонтов. Подольско-мячковские отложения каменноугольной системы представлены известняками от светло-серых до белых, органогенными, с прослойями мелкоизвестняковых, скрытоизвестняковых, местами доломитизированных. Мощность отложений достигает 40–50 м и более. Они подстилаются пестроцветными мергелями, доломитами и глинами каширской свиты суммарной мощностью 55–58 м. Именно к этим породам приурочены подземные проявления карста. Однако, стоит отметить, что при наличии такой мощной толщи трудноастабильных пород, известняков, в Московском регионе правильнее говорить о древнем карсте, то есть о таких его подземных проявлениях (полостях и трещинах), которые образовались в прошлые геологические эпохи. На протяжении периода существования сооружений и человеческой жизни значительного увеличения естественных подземных полостей и трещин не происходит [3]. Эти породы правильнее называть «закартированными», как бы акцентируя внимание на том, что в данный момент скорость их растворения крайне мала.

Несмотря на наличие карбонатных пород и благоприятных условий для развития карста в прошлом, поверхностные проявления этого процесса на территории Московского региона встречаются редко. Так, по литературным данным, в г. Москве в пределах Мос-

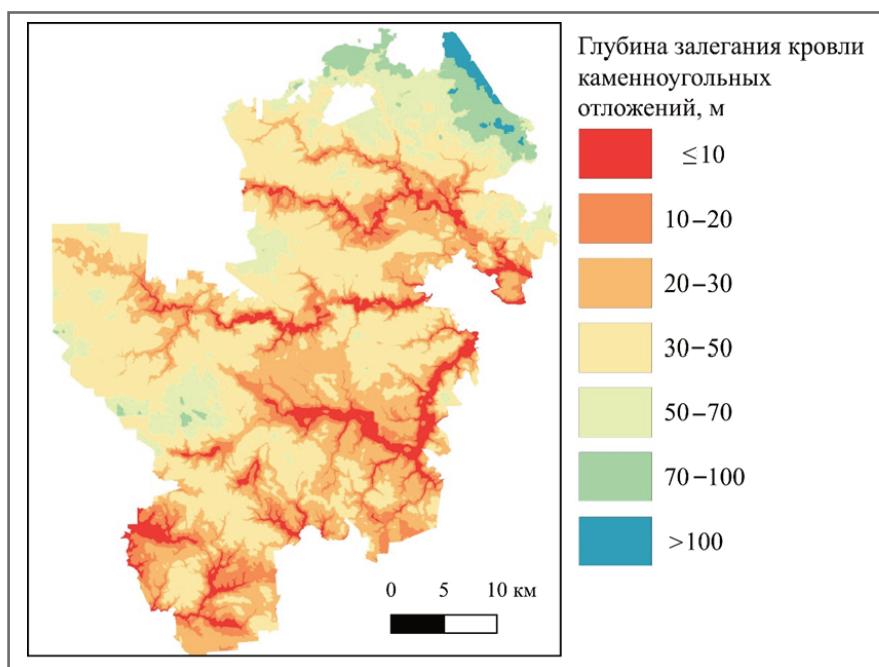


Рис. 3. Карта глубины залегания кровли каменноугольных закартированных отложений (составлена авторами на основе данных цифровой трехмерной геологической модели ГБУ «Мосгоргеотрест»)

ковской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) было выявлено порядка 39 провалов карстового и карстово-суффозионного происхождения [3–7]. Все они образовались во второй половине XX века на северо-западе города. Площадь, затронутая тогда этими процессами, составила 4,9 км². В результате большого количества исследований были установлены факторы, которые привели к их активизации. В качестве причин были названы: увеличение объема откачек подземных вод и последующее образование большой депрессионной воронки; уменьшенная мощность юрских отложений на участке и увеличение градиента вертикальной фильтрации. На основе этой информации в 2012 году Институтом геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН была разработана «Карта опасности древних карстовых форм и современных карстово-суффозионных процессов» [9], на которой территория города поделена на опасную, потенциально опасную и неопасную категории по «опасности древних карстовых и современных карстово-суффозионных форм». Критериями для выделения категорий опасности современных процессов карста и суффозии послужили: наличие или отсутствие на земной поверхности проявлений в виде воронок и мульд оседания; приуроченность к доледниковым и современным речным долинам; отсутствие, прерывистость и мощность слабопроницаемого слоя глинистых пород, разделяющего

грунтовые и трещинно-карстовый водоносные горизонты. Практически вся территория города относится к неопасной или потенциально опасной категориям, к опасной отнесен лишь небольшой участок, в пределах которого и образовались все поверхностные проявления на территории города.

Несмотря на то что ТиНАО входят в состав г. Москвы уже более 10 лет, полностью их покрывающей карты районирования по степени карстовой и карстово-суффозионной опасности построено не было. Одна из причин заключается в недостаточной изученности пораженности этой территории поверхностными проявлениями карстовых и карстово-суффозионных процессов.

Количество, местоположение и морфометрические параметры понижений рельефа природного происхождения являются важнейшими показателями при оценке карстовой, карстово-суффозионной и суффозионной опасности. Авторами в прошлых работах уже была собрана информация о карстовых и карстово-суффозионных воронках на рассматриваемой территории [10]. Однако обнаруженные в ходе исследования данные по ее пораженности были фрагментарными.

Есть две причины того, что ответы на вопросы «Есть ли такие проявления на этой территории?» и «Сколько их?» не были получены до сих пор. Первая причина заключается в значительной площади, на которой невозможно про-

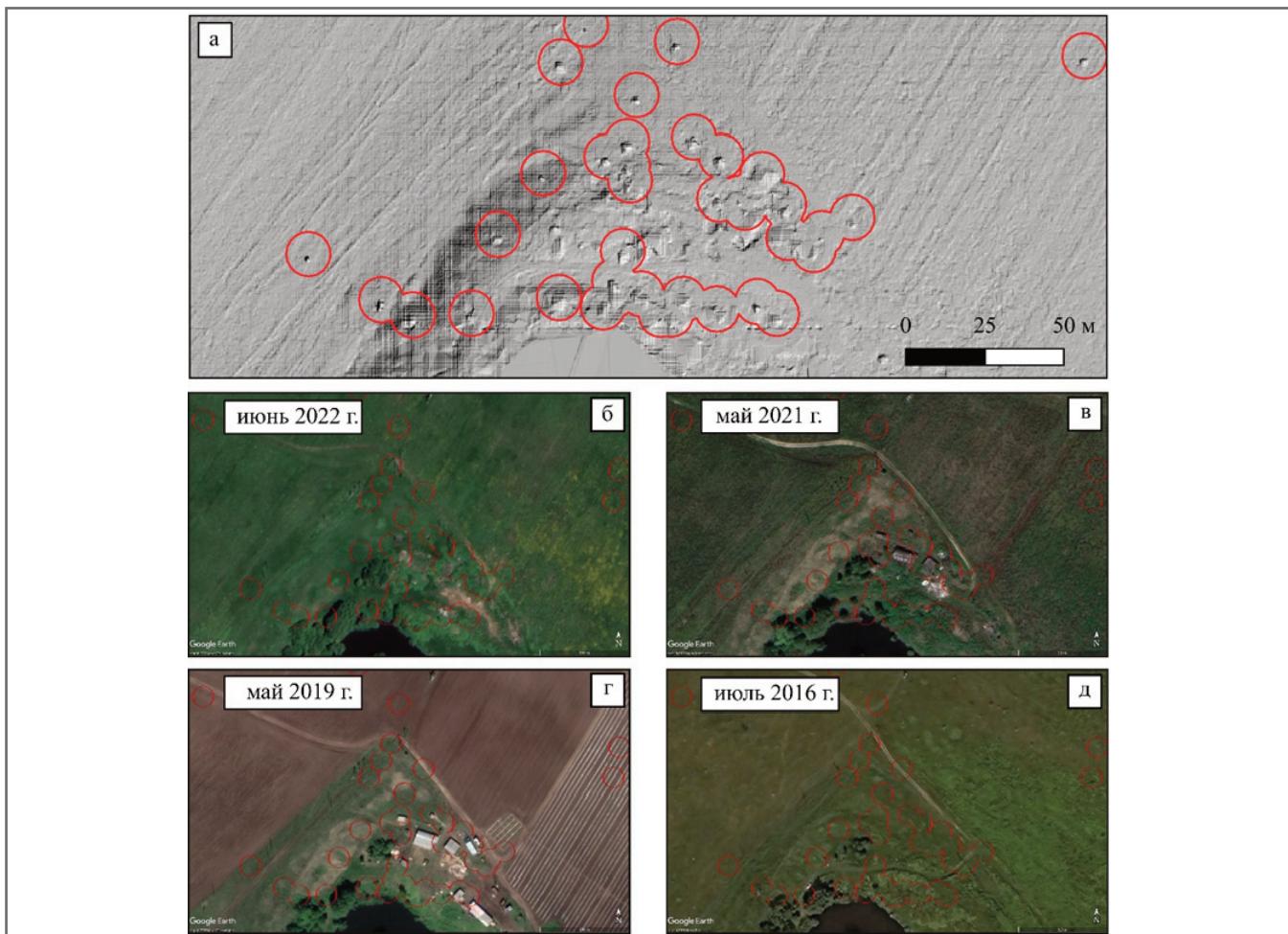


Рис. 4. ЦМР 2022 года с разрешением 0,2 м/пикс, составленная авторами на основе данных лазерной съемки ГБУ «Мосгоргеотрест» (а), и космические снимки, полученные с помощью сервиса Google Earth (б–д). Красным обведены оцифрованные по ЦМР локальные понижения земной поверхности

вести рекогносировку с достаточной степенью полноты результатов. Вторая причина состоит в том, что территория покрыта лесом, который не позволяет использовать панхроматические и мультиспектральные космические снимки для дистанционного поиска.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОНИЖЕНИЙ РЕЛЬЕФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ►

В 2019, 2020 и 2022 годах ГБУ «Мосгоргеотрест» для целей городского планирования проводил лазерную съемку территории ТиНАО. Результатом лазерной съемки является облако точек, преобразуемое в цифровую модель рельефа (ЦМР). Получаемая модель представляет собой растровое изображение, каждый пиксель которого несет в себе информацию о среднем абсолютном значении отметок земной поверхности в его пределах. Такие

модели позволяют проводить автоматизированную идентификацию объектов, однако размер идентифицируемых объектов зависит от разрешающей способности исходных данных. Минимальный размер объекта должен составлять 1–3 пикс [11]. Максимальным разрешением обладают результаты лазерной съемки 2022 года (около 9 млн точек на 1 км², или в среднем 1 точка на участок 10 см × 10 см, что позволяет хорошо различать объекты размером от 30 см). Благодаря этим данным появилась возможность решить вопрос поиска локальных понижений земной поверхности природного происхождения.

Обрабатываются и анализируются такие данные в геоинформационных системах (ГИС), и вопрос автоматической оцифровки по ЦМР замкнутых локальных понижений рельефа не настолько сложен, насколько затруднительно определение происхождения понижений.

Так, на участках территории ТиНАО, свободных от современной антропогенной (строительной и сельскохозяйственной) деятельности, локальные пониже-

ния рельефа могут образоваться в результате:

- деятельности экзогенных геологических процессов – карста и суффозии;
- поверхностной экскавации грунтов – открытой разработки природных строительных материалов для целей современного строительства, археологических раскопок, строительства фортификационных сооружений и т.д.;
- обрушения и оседания кровли горных выработок, проходка которых производилась для целей подземной добычи строительных материалов;
- военных действий (образования воронок от взрывов) и военных учений.

Чтобы установить происхождение небольших понижений рельефа, необходимо изучить историю техногенной трансформации рассматриваемой территории, то есть провести ретроспективный анализ человеческой деятельности, которая могла привести к появлению таких форм рельефа. При отсутствии информации об антропогенном вмешательстве можно сделать вывод об их возможном естественном формирова-

вании и выбрать такие участки как наиболее перспективные для проведения полевых и лабораторных исследований с целью определения генезиса воронок.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭКСКАВАЦИЯ ГРУНТОВ КАК ПРИЧИНА ОБРАЗОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОНИЖЕНИЙ РЕЛЬЕФА ►

Добыча строительных материалов открытым способом ведется на территории Москвы и области очень давно. Основными объектами добычи являются строительные и стекольные пески четвертичного и мелового возраста, а также известняки и доломиты московского яруса среднего карбона. Поверхностная экскавация грунтов для добычи строительных материалов – масштабное извлечение грунта с предварительным снятием слоя перекрывающих отложений. В рамках исследования, целью которого является поиск понижений земной поверхности природного происхождения, такие участки вряд ли будут рассматриваться, так как данные понижения слишком велики, чтобы предполагать их природное происхождение.

Понижения земной поверхности как результат строительной деятельности могут характеризоваться значительно меньшими габаритами и ввести в заблуждение исследователей. Изучить историю антропогенной деятельности на территории за последние 10–15 лет можно с использованием аэрофотоснимков, например с помощью сервиса Google Earth. На рисунке 4 представлен участок изгиба р. Десны около пос. Рыбино. Берега р. Десны были известным местом добычи строительных материалов подземным способом. Известняк тут залегает на глубине первых метров. Глинистые экранирующие отложения, которые могут препятствовать перемещению вышележащего несвязанного грунта в полости и трещины в закарстованных породах, отсутствуют. Таким образом, на участке выявлены условия для образования поверхностных понижений природного происхождения. На рисунке 4, а представлены результаты лазерной съемки 2022 года в отображении с так называемым оттененным рельефом, которое симулирует падение солнечных лучей на земную поверхность, подчеркивая особенности рельефа. На ЦМР видно некоторое количество понижений рельефа, которые можно принять за природные. На рисунках 4, б–д показаны аэрофотоснимки, сделанные в период с 2016 по 2022 год. По снимку 2022 года (см. рис. 4, б) этот участок ви-

зуально оценивается, как техногенно нетронутый, однако в интервале 2018–2021 гг. на этой же территории заметны небольшие сооружения, которые были возведены в связи со строительством проспекта Славского. Таким образом, все понижения на данном участке должны быть отнесены к образованным в результате строительной деятельности человека и, вероятно, не имеющим ничего общего с формами рельефа, которые ищут авторы исследования.

На территории ТиНАО находится ряд памятников археологического наследия, сведения о точном местоположении которых не публикуются в открытых источниках. Вероятно, эта информация скрыта для обеспечения сохранности погребенных в их границах артефактов. Наличие на участке объекта археологического наследия или археологического объекта иного статуса говорит о том, что ранее территория была подвержена деятельности человека. Кроме того, на таких участках возможно проведение несанкционированных раскопок «черными археологами». Их деятельность отличается тем, что она направлена именно на поиск артефактов и их дальнейшую продажу или коллекционирование, а не на тщательное восстановление, слой за слоем, истории разворачивающихся событий, при котором так важно подмечать последовательность напластований культурного слоя. В результате такой деятельности часто остаются неликвидированные шурфы, а изъятый и сложенный рядом грунт со временем размывается, что делает невозможным определение (даже в полевых условиях) причин их возникновения.

Авторам удалось найти и оцифровать места расположения объектов, представляющих археологический интерес, по данным на 1993 год (рис. 5) [12, 13]. При составлении рисунка 5 авторы придерживались терминологии карт [12, 13]. Остатки неукрепленных поселений раннего железного века и средневековья – селища, укрепленные городища (кроме ныне существующих городов), могильники с насыпью (курганы).

Таким образом, на данный момент авторами собрана информация о 44 селищах, 2 городищах и 33 курганах. С помощью интернет-ресурса «Археологическая карта России» [14], данные для которого собирает и публикует Институт археологии РАН, с 1993 года на территории ТиНАО было выявлено еще некоторое количество объектов археологического наследия, точное количе-

ство и примерное местоположение которых еще предстоит установить.

Например, в мае 2020 года на сайте mos.ru сообщалось, что в ТиНАО на границе с Калужской областью было обнаружено 4 кургана, датируемые серединой XII – началом XIII столетия. Они представляют собой холмы высотой примерно 1,5 м, а в диаметре достигают 10–15 м [15]. Авторы этого исследования считают, что холмы такого размера, не свойственные для данной территории, также можно автоматизированно идентифицировать по ЦМР, построенной по результатам лазерной съемки. Данная задача идентична автоматическому поиску бугров пучения (локальных повышений рельефа), которую авторы уже решали по открытым данным дистанционного зондирования Земли [16].

В настоящем исследовании принимается, что участки, в пределах которых ранее располагались поселения и проходили боевые действия, имеют антропогенно измененный рельеф.

К такому выводу авторы пришли после раскопки воронки, происхождение которой было предварительно определено как карстово-суффозионное. Понижение оказалось подполом бывшей постройки: по контурам были обнаружены обработанные блоки известняка, установленные в качестве фундамента, угловой камень с монетой под ним, а также остатки щепы, угля, ржавые гвозди и обломки керамики. Благодаря двухверстной топографической карте Московской губернии 1860 года, построенной Ф.Ф. Шубертом, стало известно, что на этой территории находилось поселение с мельницей (рис. 6, а) (Федор Федорович Шуберт (1789–1865) – русский ученый-геодезист, генерал от инфантерии, директор Военно-топографического и гидрографического депо, первый руководитель Корпуса топографов и действительный член Русского географического общества.) Данная карта находится в открытом доступе [17].

ПОДРАБОТКА ТЕРРИТОРИИ КАК ПРИЧИНА ОБРАЗОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОНИЖЕНИЙ РЕЛЬЕФА ►

С XII века на территории Московской области, которой ранее принадлежала территория нынешних ТиНАО, велась активная добыча «белого камня» – известняков и доломитов из различных по возрасту пластов. В зависимости от качества камень распределялся на три сорта – стенной (для кладки),

известковый (для получения извести путем обжига) и бутовый (мелкая колотая плита). С первой половины XVIII века начала развиваться подземная разработка стенового и облицовочного камня, использовавшегося для производства цоколей, колонн, надгробий, белокаменных фигурных украшений и т.д. [18]. Самые ранние горные выработки находятся около села Мячково. Выемка «белого камня» таким способом производилась преимущественно по высокому берегу р. Пахры, по долине Москвы-реки от железнодорожной станции Тучково до г. Звенигорода и по р. Наре.

Подземная добыча камня начиналась с выкалывания ям с поверхности до кровли известняка. Затем по слою пробивались горизонтальные выработки – штолни. И параллельно, если позволяли свойства камня, производилась его добыча. Выбор добываемого слоя зависел от его близости к поверхности и от качества известняка. Штолни располагались конформно разрабатываемому слою. В наиболее поздних каменоломнях начала – середины ХХ века производилось полное извлечение полезного пласта, а для поддержания сводов каменоломни и организации пространства для возможности ориентирования формирующееся подземное пространство закладывалось бутовым камнем. В более ранних выработках оставались нетронутые целики известняков.

Ширина штолен в забое составляла 7–8 м, в высоту они могли достигать 1,9 м. Добытые блоки перемещались на поверхность на маленьких тележках, волокушах вручную или с помощью лошадей. Отходы камня размещались в виде бутовой кладки, которой плотно выкладывали выработанное пространство, в результате чего оставались проходы шириной не менее 1,4 м, что позволяло транспортировать блоки крупных размеров.

Субгоризонтальное расположение пластов каменоугольных отложений определяло и пространственное расположение выработок. Подъем крупных блоков камня вертикально с помощью «колодцев» требовал больших усилий, поэтому выемка камня производилась горизонтально там, где полезный пласт известняков был естественным образом ограничен рельефом – чаще всего входы в каменоломни располагались по крутым берегам рек, где обнажались выходы каменоугольных отложений или мощность перекрывающих их четвертичных отложений была мала. Одним из свидетельств добычи камня являются

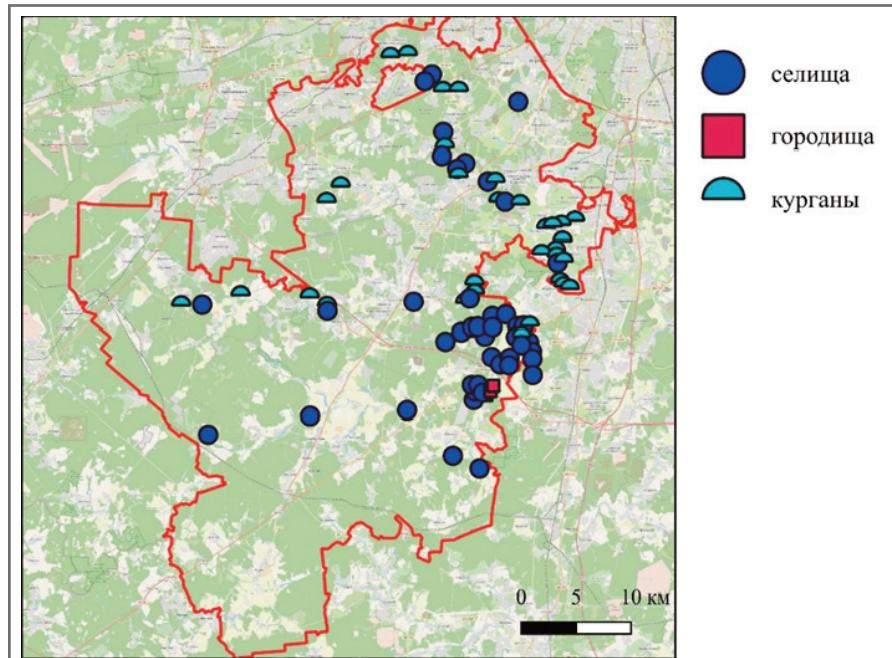


Рис. 5. Карта расположения археологических памятников на территории ТиНАО по данным 1993 года (составлена авторами по данным карт [12, 13])



Рис. 6. Фрагмент двухверстной карты Ф.Ф. Шуберта для территории Московской губернии 1860 года [17] (а); раскопка понижения, генезис которого был предварительно определен как карстово-суффозионный (фото Н.В. Абакумовой) (б); старинные блоки известняка, часть фундамента мельницы и гвоздь (фото Н.В. Абакумовой) (в)

«точильные рвы» – горизонтальные канавы, идущие перпендикулярно от реки в сторону водораздела, позволявшие безопасно и с наименьшими трудозатратами извлекать готовую каменную продукцию на поверхность и транспортировать ее по рекам потребителю. Таким образом, зная особенности добычи «беслого камня», можно определить области, в которых возможно наличие каменоломен на территории ТиНАО.

Официально каменоломни не существуют – они не являются памятниками культурного наследия, архитектуры, природы или геологическими памятниками, не имеют никакого охранного статуса. Поэтому все сведения известны благодаря исследовательским группам, таким как «Черное Солнце» и «Летучая мышь».

По результатам анализа опубликованной литературы были собраны сведения об известных на территории ТиНАО системах каменоломен (см. таблицу) и составлена схема их расположения (рис. 7).

Каменоломни, представляющие собой пустоты и полости в карбонатных отложениях каменноугольной системы, являются областями выноса вышележащих грунтов и ослабленными зонами, которые могут вызывать обрушение кровли штреков. Полости, в которые может переместиться или обвалиться грунт, имеют большие объемы, поэтому на земной поверхности присутствуют характерные замкнутые понижения, которые очень хорошо идентифицируются на ЦМР. На рисунке 8 представлена ЦМР территории Еринских каменоломен, расположенных около поселка Ерино на берегу р. Десны.

ПОНИЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА, ОБРАЗОВАННЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ ►

На рисунке 9 представлен участок на юге ТиНАО, на границе с Калужской областью. В геологическом строении территории согласно атласу, созданному ГБУ «Мосгоргеотрест» в масштабе 1:50 000, принимают участие отложения четвертичной, юрской и каменноугольной систем. Местами юрские породы полностью размыты – и под четвертичными отложениями сразу залегают закарстованные отложения среднего отдела каменноугольной системы. Маленькая мощность юрских пород и местами их отсутствие создают все условия для образования карстовых провалов и связанных с карстом суффозионных воронок.

По данным дистанционного зондирования Земли, выполненного по заказу

Таблица. Наиболее изученные подземные горные выработки на территории Новой Москвы

Название	Протяженность, м	Источник
Системы Еринских каменоломен	518	[19]
Рыбинские	2 385	[20]
Девятская (Силикаты)	13 400	[21]
Алхимовские	432	[22]
Богородская (Ватутинки)	394	[21]
Солнечная (Лубянка)	2 109+184	[21]
Гагаринская	20	[21]

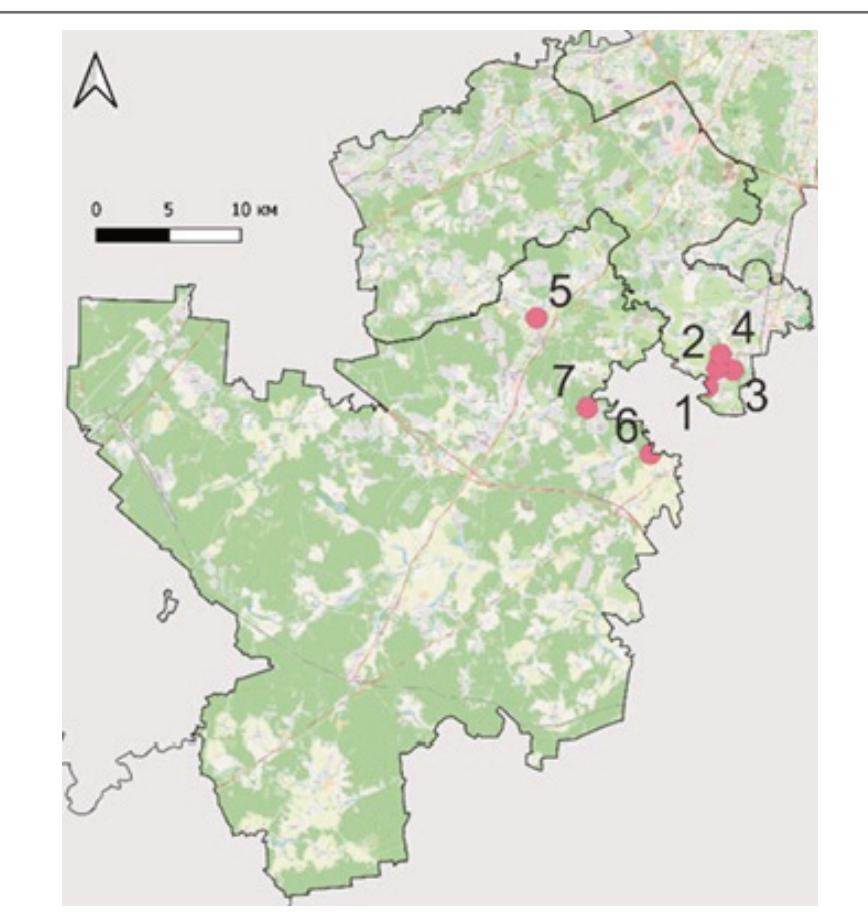


Рис. 7. Карта расположения известных каменоломен (составлена авторами на основе данных таблицы)

ГБУ «Мосгоргеотрест», были построены ЦМР для двух фрагментов этого участка (обведенных на рисунке 9 синими рамками) и проведено автоматизированное выделение локальных замкнутых понижений. Эти участки покрыты густым лесом, который даже зимой делает невозможным использование аэро- и космоснимков. На рисунке 10 красным обведены оцифрованные понижения рельефа глубиной 0,3 м и более, обладающие близкой к кругу формой. На рисунке 10, а оцифровано 25 понижений, на рисунке 10, б – 126 понижений. Некоторые из них имеют глубину до 1,3 м.

Погрузимся в историю этой территории. Последний раз боевые действия на исследуемых участках проходили в 1941 году при попытке немецких войск захватить Москву. Основные бои шли на западе от города, но коснулись и при соединенных к нему в 2012 году территорий. В ходе битвы за Москву к середине октября 1941 года поселения Кузовлево, Ильино и Тетеринки были почти захвачены немецкими войсками [23]. 24 октября немецкие войска, прорвавшись через Рождествено и Богородское в Бунчиху, вышли на Варшавское шоссе. Утром 25 октября они вышли на южную окраину деревни Кресты, которая

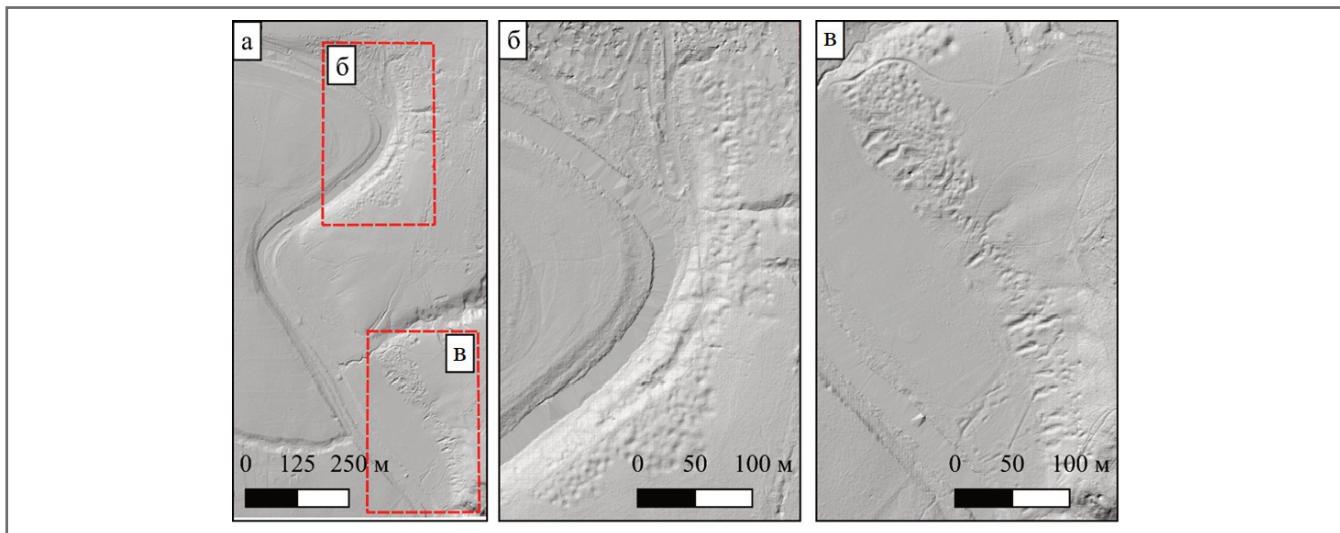


Рис. 8. Фрагменты ЦМР 2022 года (с разрешением 0,2 м/пикс): а – участок, на котором располагаются системы Еринских каменоломен; б, в – увеличенные участки, обведенные на рисунке «а» соответствующими красными рамками (составлено авторами на основе данных лазерной съемки ГБУ «Мосгоргеотрест»)

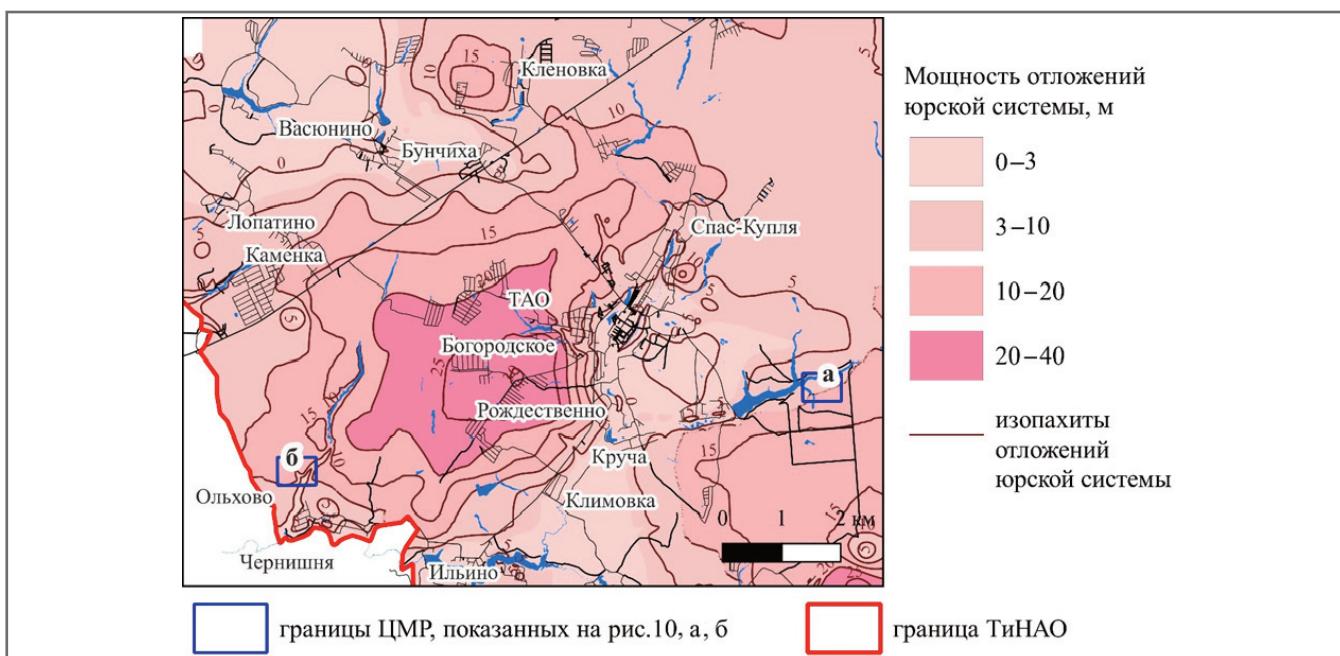


Рис. 9. Карта мощности отложений юрской системы на участке, расположенном на юге ТиНАО (составлена авторами на основе данных цифровой трехмерной геологической модели ГБУ «Мосгоргеотрест»)

находится на пересечении Варшавского шоссе и старой Калужской дороги. Захватчикам представлялась возможность развить стремительное наступление на Подольск и через Косовку – Вороново на Красную Пахру. И, возможно, это бы у них получилось, если бы в Кресты в это же время не входили передовые подразделения 93-й Восточно-Сибирской стрелковой дивизии. В течение 25 и 26 октября в местности Кресты – Бунчиха шло кровопролитное сражение. Особенно тяжелым оно было за деревню Бунчиха. Вражеские войска ожесточенно бомбили позиции дивизии, деревню Кресты и прилегающие окрест-

ности, непосредственно полосу шоссе от Ясенок до Бунчихи. В бомбардировках участвовали одновременно до 30 немецких самолетов. 27 октября 226-й, 129-й стрелковые полки и часть 51-го, поддерживаемые 100-м и 128-м артиллерийскими полками и танкистами 26-й танковой бригады, выбили немцев из Бунчихи и в течение дня отбросили их на 8 км, на рубеж Ольхово – Кузовлево (северный берег р. Нары на этом участке не удалось, до нее оставалось около 2 км [24].

27 октября 1941 года разбился самолет лейтенанта 177-го авиаполка Вик-

тора Талалихина. Над р. Нарой летчик совершил первый в истории ночной таран, сбив машину врага. Посмертно ему было присвоено звание Героя Советского Союза. В Лопатине, на месте гибели героя, установлен крест и памятный знак – крыло боевого самолета [25].

В интервью, взятом у краеведов в 2019 году изданием «Новые округа» [26], сообщается, что немецким войскам удалось перейти р. Нару, создать плацдарм и переправить танки через водный поток у пос. Рогово. Согласно плану оттуда враги пытались выйти на Подольск, а дальше – на Москву. С начала ноября по декабрь 1941 года

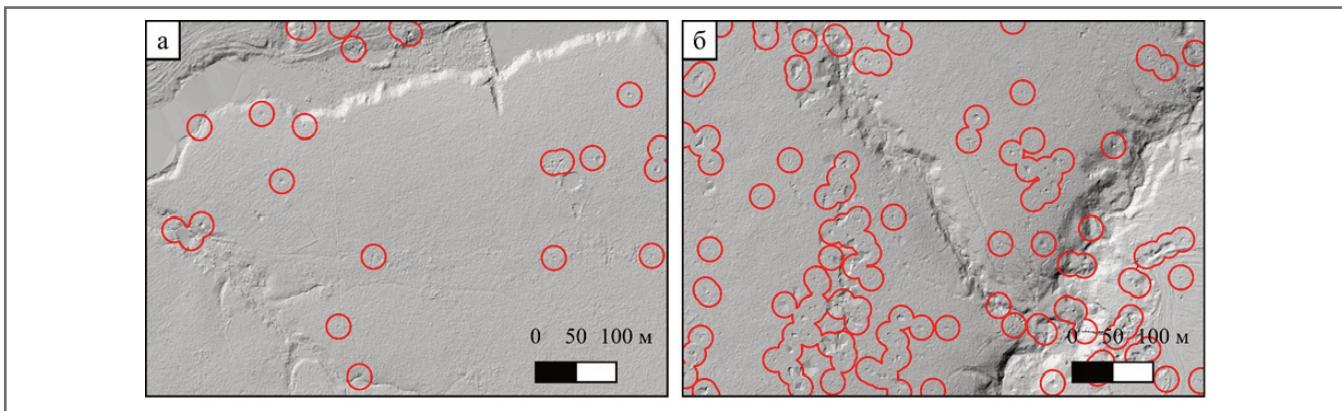


Рис. 10. ЦМР участков, обведенных синими рамками соответственно «а» и «б» на рисунке 9. Красным обведены локальные понижения рельефа (составлено авторами на основе данных лазерной съемки ГБУ «Мосгоргеотрест»)

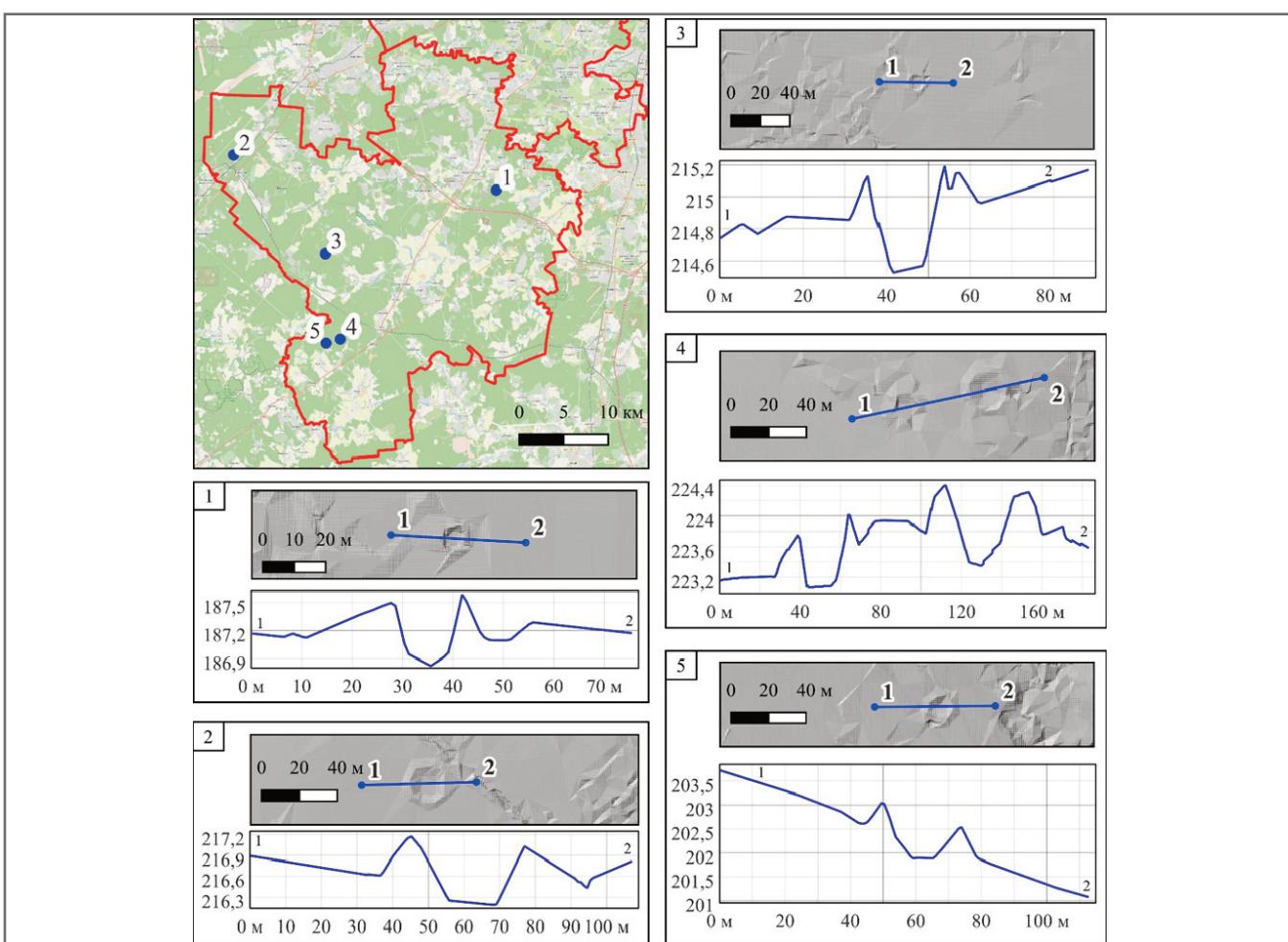


Рис. 11. ЦМР рассматриваемой территории, имеющая разрешение 0,5 м/пикс, с указанием точек расположения изученных понижений, имеющих вали по периметрам, и продольные профили этих понижений в соответствующих местах (составлено авторами на основе данных лазерной съемки ГБУ «Мосгоргеотрест»)

солдатам 43-й армии удалось ликвидировать немецкий плацдарм. В этой же новости сообщается, что активные горожане из поисковых отделений регулярно принимают участие во Всероссийской акции «Вахта памяти». Активисты выезжают на те места, где проходили битвы времен Второй мировой войны. В ходе поисковых сезонов работ горожане стараются установить имена и

судьбы защитников Родины в годы Великой Отечественной войны.

Участок «б», выделенный синей рамкой на рисунке 9, находится между р. Нарой и пос. Рогово. Вероятно, такое большое количество локальных понижений рельефа на нем, как показано на рисунке 10, б, связано с боевыми действиями, проводившимися на данной территории. Участок «а», выделенный

синей рамкой на рисунке 9, находится за д. Горнево, и активных сражений в его границах не происходило, чем и обосновывается меньшее количество бессточных впадин на нем (см. рис. 10, а).

В этих местах в 1812 году генерал М.А. Милорадович дал французам бой при Спас-Купле, здесь под командованием М.И. Кутузова был совершен знаменитый Тарутинский маневр, который

во многом положил начало победам русской армии над Наполеоном [23]. Согласно картам-схемам из книги Федора Андреевича Макшеева 1912 года издания [27], после того как Наполеон с войском покинул Москву, он прошел через территорию нынешнего ТиНАО. Однако авторы не предполагают, что эти исторические события проявляются в современном рельефе.

Также во время Великой Отечественной войны небо над современной территорией ТиНАО было полем для сражения. Поверхность земли подвергалась бомбардировкам. В результате падения авиационной бомбы на земной поверхности возникала воронка и в большинстве случаев по ее периметру образовывался вал [28–30].

Так как образование валов по контуру понижений противоречит гипотезе о природном их происхождении, то все такие понижения будут классифицированы как понижения искусственного происхождения. На рисунке 11 представлены примеры форм рельефа, вокруг которых наблюдаются земляные валы. Так, форма рельефа 3 (см. рис. 11) имеет общий диаметр (в границах внешних краев вала) 30,9 м, плоская внутренняя часть дна имеет диаметр 7,4 м, высота вала над обычным уровнем земли составляет 0,3 м, глубина воронки от обычного уровня земли – 0,3 м. Форма рельефа 2 (см. рис. 11) имеет общий диаметр (вместе с внешними краями вала) 56,67 м, диаметр плоского dna составляет 13,4 м, высота вала – 0,5 м, глубина понижения – 0,5 м.

Таким образом, для оконтуривания участков, в границах которых понижение

ния рельефа предположительно имеют природное происхождение, авторы предлагают придерживаться описанной ниже последовательности действий:

- 1) выявление на основе архивных карт участков, на которых к сегодняшнему дню не сохранились существовавшие ранее здания и сооружения;
- 2) сбор пространственной информации об объектах археологического наследия и археологических объектах иного статуса, о подземных выработках;
- 3) выделение на основе данных о геологическом строении территории областей, где теоретически могут образоваться локальные понижения поверхности природного происхождения;
- 4) исключение участков, антропогенное изменение которых можно наблюдать в современном ландшафте, из полученных на предыдущем шаге областей (исключение участков, занятых современной одиночной и массовой застройкой, линейными сооружениями);
- 5) автоматизированная оцифровка локальных замкнутых понижений рельефа на оставшихся территориях на основе ЦМР, построенной по данным лидарной съемки;
- 6) построение карты плотности локальных понижений земной поверхности на участках с минимальной степенью антропогенных изменений;
- 7) полевое обследование участков с повышенной плотностью понижений.

ВЫВОДЫ ►

1. Проведенные авторами исследования показали, что на сегодняшний день из всех обследованных замкнутых понижений в рельефе ни одно не является

проявлением карстовых и суффозионных процессов. Основной причиной их образования является разного рода хозяйственная деятельность человека. Однако наличие условий, благоприятствующих развитию этих процессов, не исключает возможности наличия воронок природного генезиса на исследуемой территории.

2. На примере ТиНАО было показано, что наличие условий для протекания карстовых и суффозионных процессов и присутствие локальных понижений рельефа могут быть не связанными друг с другом фактами. Локальные понижения рельефа, похожие по форме на природные, могут быть результатами строительной деятельности человека, экскавации грунтов в результате археологических работ, обрушения кровли подземных выработок. Описанная в работе методика позволяет предположить происхождение обнаруженных локальных понижений и минимизировать ошибки в интерпретации результатов. С ее помощью можно выделить территории, которые в наименьшей степени подверглись антропогенным изменениям.

3. Стоит принять во внимание, что при современном уровне развития методов дистанционного зондирования Земли и при наличии спутниковых снимков высокого разрешения образовавшиеся в космическую эпоху воронки будет идентифицировать гораздо проще, что позволит вести более тщательный мониторинг развивающихся природных и антропогенных геологических процессов и применять принцип актуализма для анализа существовавших ранее воронок. ■

Список литературы ►

1. СП 22.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*). Основания зданий и сооружений. 2016.
2. Жидков Р.Ю., Романова Е.Р., Абакумова Н.В., Рекун В.С., Лесников Г.А. Применение данных дистанционного зондирования Земли для идентификации опасных геологических процессов на территории Новой Москвы // Инженерная геология. 2023. Т. XVIII. № 4. С. 18–37. DOI: 10.25296/1993-5056-2023-18-4-18-37.
3. Аникеев А.В. О роли карстового процесса в образовании карстово-суффозионных воронок // Сергеевские чтения. Развитие научных идей Е.М. Сергеева на современном этапе: юб. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Е.М. Сергеева. Вып. 16. М.: РУДН, 2014. С. 224–229.
4. Аникеев А.В. Провалы и воронки оседания в карстовых районах: механизмы образования, прогноз и оценка риска: монография. М.: РУДН, 2017. 328 с.
5. Кочев А.Д. Зоны доломитизированных известняков и линеаменты как индикаторы повышенной закарстованности карбонатных пород // Инженерная геология. 2022. № 2. С. 28–41. DOI: 10.25296/1993-5056-2022-17-2-28-4.
6. Кочев А.Д. Изучение механизма образования карстово-суффозионных воронок в г. Москве // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: матер. XVI Общерос. научно-практ. конф. М.: ООО «Геомаркетинг», 2021. С. 105–120.
7. Кочев А.Д., Чертков Л.Г., Зойонц И.Л. К вопросу инженерно-геологического районирования территории северо-запада г. Москвы по степени опасности развития карстово-суффозионных процессов // Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения. М: ООО «Геомаркетинг», 2017. С. 24–40.

8. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. М.: Картолитография, 1984. 15 с.
9. Кутепов В.М., Анисимова Н.Г., Грибов Е.М., Кожевникова И.А., Козлякова И.В. и др. Карта опасности древних карстовых форм и современных карстово-суффозионных процессов. Масштаб 1:10 000 (2-я ред.). М.: ГУП «Мосгоргеотрест», ИГЭ РАН. 2012.
10. Романова Е.Р., Абакумова Н.В., Жидков Р.Ю. О возможности применения данных дистанционного зондирования для идентификации поверхностных проявлений процессов карста и суффозии на территории Новой Москвы // Сергеевские чтения. Региональная инженерная геология и геоэкология. Вып. 25. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, 28–29 марта 2024 г. Москва: ГеоИнфо, 2024. С. 446–450.
11. Шихов А.Н., Герасимов А.П., Пономарчук А.И., Перминова Е.С. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие. Пермь: Издательский центр Пермского государственного национального исследовательского университета, 2020. 191 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-perminova-tematicheskoe-deshifrovanie-i-interpretaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf>.
12. Археологическая карта России: Московская область. Часть 1 / сост. Г.Г. Король, Ю.А. Краснов, Т.Д. Николаенко, Б.Е. Янишевский. Институт археологии РАН, 1994. 320 с.
13. Археологическая карта России: Московская область. Часть 2 / сост. Г.Г. Король, Ю.А. Краснов, Т.Д. Николаенко, Б.Е. Янишевский. М.: Институт археологии РАН, 1995. 240 с.
14. Археологическая карта России // Интернет-ресурс home.archaeolog.ru. Дата последнего обращения: 10.12.2024. URL: <https://home.archaeolog.ru/oanmap/?g=t&ll=55.297444,36.438873&z=5&m=0>.
15. Здесь жили потомки вятичей: в ТиНАО археологи нашли древние курганы // mos.ru/news. 21.05.2020. URL: <https://www.mos.ru/news/item/74359073/?ysclid=m7m1kfqtze309921256>
16. Романова Е.Р., Жидков Р.Ю. Автоматическая идентификация бугров пучения на основе данных ЦМР Arctic DEM // Материалы 22-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 11–15 ноября 2024 г.
17. 1860. Карта Шуберта – Подмосковье. 1:84К // retromap.ru. Старые карты России и зарубежья. Дата последнего обращения: 10.12.2024. URL: https://retromap.ru/0818601_55.751401,37.62141.
18. Звягинцев Л.И., Викторов А.М. Белый камень Подмосковья. М.: Недра, 1989. 118 с.
19. Парфенов А.А. Еринский спелеологический участок // Спелеология и спелестология: Сборник материалов 2-й Международной научной заочной конференции. Набережные Челны: НИСПТР, 2011. С. 132–138.
20. Долотов Ю.А., Парфенов А.А. Рыбинский спелеологический блок // Пещеры: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. иссл. ун-та. Вып. 35. Пермь, 2012. С. 53–60.
21. Сохин М.Ю., Долотов Ю.А. Спелеологическая изученность бассейна реки Пахры (Московская область). Часть 1: Верхнепахринский и Подольский спелеологические районы // Спелеология и спелестология: сборник материалов конференций. Набережные Челны: НГПУ, 2016. № 7. С. 253–274.
22. Яновская Е.Г. Каменоломни в д. Алхимово // Спелеология и спелестология: сборник материалов 3-й Международной научной конференции. Набережные Челны: НИСПТР, 2012. С. 157–162.
23. Поселение Роговское в городе Москве. Историческая справка // Rogovskoe.ru. Дата последнего обращения: 10.12.2024. URL: https://rogovskoe.ru/o_poselenii/istoricheskaya_spravka/.
24. Колыванов Б. Подольский рубеж (глазами очевидца и участника событий) // Podolsk.ru. 11.03.2014. URL: <https://www.podolsk.ru/about/n16080.html>.
25. Эхо войны: как проходили сражения на подступах к Москве. Поселение Роговское // Москва24. 17.04.2015. URL: <https://www.m24.ru/articles/Den-Pobedy/17042015/71276>.
26. Абдурахманова П. Поселение Роговское: как защищали Москву от противников на границе нынешней Новой Москвы // Новые округа. 07.05.2019. URL: <https://nov-okruga.ru/poselenie-rogovskoe-kak-zashhishali-moskvu-ot-protivnikov-na-granitse-nyineshney-novoy-moskvyi/>.
27. Макшеев Ф.А. За веру, царя и отечество: отечественная война 1812 г. в картинах [альбом]. 1812–1912. Париж: И.С. Лапин, 1912.
28. Артиллерия / под общ. ред. маршала артиллерии М.Н. Чистякова. М.: Воен. изд-во, 1953. 480 с.
29. Вооружение самолета: сборник материалов по вооружению иностранных самолетов / сост. А.Ф. Боровиков, Г.И. Седленек (ред. П.А. Фомичев). М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1941. 368 с.
30. Михно Е.П. Восстановление разрушенных сооружений. М.: Воениздат, 1974. 272 с.

References ►

1. SP 22.13330.2016 (aktualizirovannaya redaktsiya SNIP 2.02.01-83*). Osnovaniya zdanii i sooruzhenii [Earth foundations of buildings and structures]. 2016.
2. Zhidkov R.YU., Romanova E.R., Abakumova N.V., Rekun V.S., Lesnikov G.A. Primenenie dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya identifikatsii opasnykh geologicheskikh protsessov na territorii Novoi Moskvy [Application of Earth remote sensing data to identify hazardous geological processes in the territory of New Moscow] // Inzhenernaya geologiya. 2023. T. XVIII. № 4. S. 18–37. DOI: 10.25296/1993-5056-2023-18-4-18-37.
3. Anikeev A.V. O roli karstovogo protsessa v obrazovanii karstovo-suffuzionnykh voronok [On the role of the karst process in the formation of karst-suffusion sinkholes] // Sergeevskie chteniya. Razvitie nauchnykh idei E.M. Sergeeva na sovremennom ehtape: yub. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. akad. E.M. Sergeeva. Vyp. 16. M.: RUDN, 2014. C. 224–229.
4. Anikeev A.V. Provaly i voronki osedaniya v karstovykh raionakh: mekhanizmy obrazovaniya, prognoz i otsenka risika: monografiya [Dolines and subsidence sinkholes in karst areas: formation mechanisms, forecast and risk assessment: monograph]. M.: RUDN, 2017. 328 s.
5. Kochev A.D. Zony dolomitizirovannykh izvestnyakov i lineamenti kak indikatory povyshennoi zakarstovannosti karbonatnykh porod [Zones of dolomitized limestones and lineaments as indicators of increased karstification of carbonate rocks] // Inzhenernaya geologiya. 2022. № 2. C. 28–41. DOI: 10.25296/1993-5056-2022-17-2-28-4.
6. Kochev A.D. Izuchenie mekhanizma obrazovaniya karstovo-suffuzionnykh voronok v g. Moskve [Studying the mechanism of formation of karst-suffusion sinkholes in Moscow] // Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskanii v stroitel'stve v Rossiiskoi Federatsii: mater. XVI Obshcheros. nauchno-prakt. konf. M.: OOO «Geomarketing», 2021. C. 105–120.
7. Kochev A.D., Chertkov L.G., Zoiots I.L. K voprosu inzhenerno-geologicheskogo raionirovaniya territorii severo-zapada g. Moskvy po stepeni opasnosti razvitiya karstovo-suffuzionnykh protsessov [On the issue of engineering-geological zoning of the territory of the north-west of Moscow according to the degree of danger of development of karst-suffusion processes] // Inzhenerno-geologicheskie zadachi sovremennosti i metody ikh resheniya. M: OOO «Geomarketing», 2017. S. 24–40.
8. Instruktsiya po proektirovaniyu zdanii i sooruzhenii v raionakh g. Moskvy s proyavleniem karstovo-suffuzionnykh protsessov [Instructions for the design of buildings and structures in the districts of Moscow with manifestations of karst-suffusion processes]. M.: Kartolitografiya, 1984. 15 s.
9. Kutepov V.M., Anisimova N.G., Gribov E.M., Kozhevnikova I.A., Kozlyakova I.V. i dr. Karta opasnosti drevnikh karstovykh form i sovremennykh karstovo-suffuzionnykh protsessov. Masshtab 1:10 000 (2-ya red.) [Hazard map of ancient karst forms and modern karst-suffusion processes. Scale 1:10,000 (2nd ed.)]. M.: GUP «MosgorgeotresT», IGEH RAN. 2012.
10. Romanova E.R., Abakumova N.V., Zhidkov R.YU. O vozmozhnosti primeneniya dannykh distantsionnogo zondirovaniya dlya identifikatsii poverkhnostnykh proyavlenii protsessov karsta i suffozii na territorii Novoi Moskvy [On the possibility of using remote sensing data to identify surface manifestations of karst and suffusion processes in the territory of New Moscow] // Sergeevskie chteniya. Regional'naya inzhenernaya geologiya i geoekologiya. Vyp. 25. Materialy godichnoi sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoekologii, inzhenernoi geologii i gidrogeologii, 28–29 marta 2024 g. Moskva: Geoinfo, 2024. S. 446–450.
11. Shikhov A.N., Gerasimov A.P., Ponomarchuk A.I., Perminova E.S. Tematiceskoe deshifrirovaniye i interpretatsiya kosmicheskikh snimkov srednego i vysokogo prostranstvennogo razresheniya: uchebnoe posobie [Thematic interpretation and interpretation of space images of medium and high spatial resolution: textbook]. Perm': Izdatel'skii tsentr Permskogo gosudarstvennogo natsional'nogo issledovatel'skogo universiteta, 2020. 191 s. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-perminova-tematiceskoe-deshifrovaniye-i-interpretaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf>.
12. Arkheologicheskaya karta Rossii: Moskovskaya oblast'. Chast' 1 [Archaeological map of Russia: Moscow region. Part 1] / sost. G.G. Korol', Yu.A. Krasnov, T.D. Nikolaenko, B.E. Yanishevskii. Institut arkheologii RAN, 1994. 320 s.
13. Arkheologicheskaya karta Rossii: Moskovskaya oblast'. Chast' 2 [Archaeological map of Russia: Moscow region. Part 2] / sost. G.G. Korol', Yu.A. Krasnov, T.D. Nikolaenko, B.E. Yanishevskii. M.: Institut arkheologii RAN, 1995. 240 s.
14. Arkheologicheskaya karta Rossii [Archaeological map of Russia] // Internet-resurs home.archaeolog.ru. Data poslednego obrashcheniya: 10.12.2024. URL: <https://home.archaeolog.ru/oanmap/?g=t&ll=55.297444,36.438873&z=5&m=0>.
15. Zdes' zhili potomki vyatichiei: v TINAQ arkheologi nashli drevnie kurgany [The descendants of the Vyatichi lived here: archaeologists found ancient burial mounds in TiNAO] // mos.ru/news. 21.05.2020. URL: <https://www.mos.ru/news/item/74359073/?ysclid=m7m1kfqte309921256>
16. Romanova E.R., Zhidkov R.Yu. Avtomaticheskaya identifikatsiya bugrov pucheniya na osnove dannykh TSMR Arctic DEM [Automatic identification of frost mounds based on Arctic DEM Data] // Materialy 22-i Mezhdunarodnoi konferentsii «Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosA», Moskva, IKI RAN, 11–15 noyabrya 2024 g.
17. 1860. Karta Shuberta – Podmoskov'e. 1:84K [1860. Shubert's map of the Moscow region. 1:84K] // retromap.ru. Starye karty Rossii i zarubezh'ya. Data poslednego obrashcheniya: 10.12.2024. URL: https://retromap.ru/0818601_55.751401,37.62141.
18. Zvyagintsev L.I., Viktorov A.M. Belyi kamen' Podmoskov'ya [White stone of the Moscow region]. M.: Nedra, 1989. 118 s.
19. Parfenov A.A. Erinskii speleologicheskii uchastok [Yerinsk speleological site] // Speleologiya i speleostroika: Sbornik materialov 2-i Mezhdunarodnoi nauchnoi zaochnoi konferentsii. Naberezhnye Chelny: NISPTR, 2011. S. 132–138.
20. Dolotov Yu.A., Parfenov A.A. Rybinskii speleologicheskii blok [Rybinsk speleological block] // Peshchery: sb. nauch. tr. Perm. gos. nats. issl. un-ta. Vyp. 35. Perm', 2012. S. 53–60.

21. Sokhin M.YU., Dolotov YU.A. Speleologicheskaya izuchenost' basseina reki Pakhry (Moskovskaya oblast'). Chast' 1: Verkhnepakhrinskii i Podol'skii speleologicheskie raiony [Speleological study of the Pakhra River basin (Moscow region). Part 1: Verkhnepakhrinsk and Podolsk speleological areas] // Speleologiya i speleotologiya: sbornik materialov konferentsii. Naberezhnye Chelny: NGPU, 2016. № 7. S. 253–274.
22. Yanovskaya E.G. Kamenolomni v d. Alkhimovo [Quarries in the village of Alkhimovo] // Speleologiya i speleotologiya: sbornik materialov 3-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Naberezhnye Chelny: NISPTR, 2012. S. 157–162.
23. Poselenie Rogovskoe v gorode Moskve. Istoricheskaya spravka [Rogovskoye settlement in the city of Moscow. Historical background] // Rogovskoe.ru. Data poslednego obrashcheniya: 10.12.2024. URL: https://rogovskoe.ru/o_poselenii/istoricheskaya_spravka/.
24. Kolyvanov B. Podol'skii rubezh (glazami ochevidtsa i uchastnika sobytii) [Podolsk frontier (through the eyes of an eyewitness and participant of the events)] // Podolsk.ru. 11.03.2014. URL: <https://www.podolsk.ru/about/n16080.html>.
25. Ehkho voiny: kak prokhodili srazheniya na podstupakh k Moskve. Poselenie Rogovskoe [Echo of the war: how the battles on the approaches to Moscow took place. Rogovskoye settlement] // Moskva24. 17.04.2015. URL: <https://www.m24.ru/articles/Den-Pobedy/17042015/71276>.
26. Abdurakhmanova P. Poselenie Rogovskoe: kak zashchishchali Moskvu ot protivnikov na granitse nyneshnei Novoi Moskvy [Rogovskoye settlement: how Moscow was defended against enemies on the border of the current New Moscow] // Novye okruga. 07.05.2019. URL: <https://nov-okruga.ru/poselenie-rogovskoe-kak-zashchishchali-moskvu-ot-protivnikov-na-granitse-nyineshney-novoy-moskvy/>.
27. Maksheev F.A. Za veru, tsarya i otechestvo: otechestvennaya voyna 1812 g. v kartinakh [al'bom]. 1812–1912 [For Faith, Tsar, and Fatherland: The Patriotic War of 1812 in Pictures [album]. 1812–1912.]. Parizh: I.S. Lapin, 1912.
28. Artilleriya [Artillery] / pod obshch. red. marshala artillerii M.N. Chistyakova. M.: Voen. izd-vo, 1953. 480 s.
29. Vooruzhenie samoleta: sbornik materialov po vooruzheniyu inostrannyykh samoletov [Aircraft armament: a collection of materials on the armament of foreign aircrafts] / sost. A.F. Borovikov, G.I. Sedlenek (red. P.A. Fomichev). M.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo oboronnoi promyshlennosti, 1941. 368 s.
30. Mikhno E.P. Vosstanovlenie razrushennykh sooruzhenii [Restoration of destroyed structures]. M.: Voenizdat, 1974. 272 s.



Телеграм-канал журнала

ГеоИнфо Независимый электронный журнал

- Новости
- Статьи
- Обсуждения

<https://t.me/geoinfonews>