

Н. В. Аникина

Антропогенная трансформация рельефа городской территории (на примере центра Москвы)

В работе исследуются изменения рельефа центральной части города Москвы, произошедшие за последние сто лет. Они оцениваются по нескольким параметрам: морфометрическим показателям, мощности и распространению техногенных образований, глубине расчленения и рисунку речной сети. На основании построенных цифровых моделей рельефа выделены области положительных и отрицательных изменений абсолютных отметок рельефа города.

Ключевые слова: рельеф городской территории, антропогенный рельеф, рельеф Москвы.

N. V. Anikina

Anthropogenous transformation of urban relief (on the example of the center of Moscow)

This article examines changes in the relief of the central part of Moscow over the last 100 years. They are evaluated on several parameters: morphometric indices, thickness and the spread of man-made formations and the river system pattern. On the ground of the generated digital terrain models the areas of positive and negative changes in the absolute relief registration marks of the city were allocated.

Keywords: urban relief, antropogenous relief, relief of Moscow.

Актуальность и новизна.

Изучение антропогенного изменения рельефа города является одной из ключевых задач геоморфологии городских территорий. Особенно важно оно для имеющего такую сложную историю формирования города как Москва. Для этой работы была впервые векторизована подробная топографическая карта центра Москвы конца XIX века. Построенная на основе этих данных цифровая модель рельефа (ЦМР) сравнивалась с ЦМР масштаба 1:10 000 конца XX века. Таким образом, впервые была получена столь детальная картина изменений рельефа за сто лет, с выявлением областей аккумуляции и денудации. Кроме того, проведенная работа позволяет судить о темпах и направлении антропогенной трансформации рельефа.

Введение

Одной из задач геоморфологического анализа городской территории является изучение антропогенного преобразования рельефа, а также оценка степени изменения рельефообразующих процессов [11]. Кроме того, работа по восстановлению естественного первозданного рельефа необходима и для комплексной характеристики геоморфологических процессов в городе.

Естественный рельеф активно изменяется в связи с застройкой, благоустройством и вертикальной планировкой территории. Основные тенденции изменения рельефа состоят в общем

нивелировании (срезке, подсыпке) рельефа, стирании геоморфологических граней на поверхности, постепенном исчезновении естественного микрорельефа, общем фоновом повышении абсолютных отметок, а также появлении антропогенного микрорельефа (курганы, земляные валы, дамбы, насыпи, карьеры, рвы, дорожные выемки и др.). Рельеф обычно становится мягче по своим контурам, с более пологими переходами от возвышенностей к низинам [3].

Целью исследования было сравнение рельефа территории Москвы конца XIX века с современным для получения информации об антропогенной трансформации рельефа исторической части города.

Методика исследования

Одним из методов изучения трансформации рельефа является сравнение серии разновременных топографических карт. Первой подробной топокартой Москвы является нивелирный план 1888 г., составленный Дмитрием Петровичем Рашковым в 1878–1879 гг. на основе топографической съемки, проведенной в 1874–1877 гг. Эта карта размером 190x183 см печаталась в шесть красок, но до наших дней дошел только черно-белый вариант. На ней показана Москва конца XIX века в пределах Камер-коллежского вала и ее ближайшие окрестности (Марьяна Роша, Хапиловка, д. Кожухова, Даниловская слобода и

др.). К этому времени территория города уже была покрыта довольно густой жилой застройкой и уличной сетью, сохранившимися практически без изменений до сих пор.

Рельеф на плане Рашкова показан с помощью изолиний в относительных отметках (в саженях) над меженным урезом г. Москва с шагом через каждую сажень, что соответствует примерно 2 м. Такая точность изображения рельефа делает этот план важнейшим источником информации о рельефе столицы конца XIX века, детальный масштаб карты позволяет сравнить ее с более поздней топокартой Москвы 1984 г. масштаба 1:10 000 (с изолиниями рельефа, проведенными через 2 м).

Исследуемый участок обладает сложной конфигурацией, определяемой границами плана 1888 г. Помимо Москвы, ограниченной Камер-коллежским валом, он включает в себя ближайшие деревни и поселки, связанные с городом, хотя формально и не входящие в его состав. Перечислим их по часовой стрелке с юга: Даниловская и Живодерная слобода, Канатчиковская дача, Дорогомиллово, дачи у Трехгорной заставы, Шелепиха, Ваганьково, Ходынка, Петровский парк, Бутырская слобода, Марьяна Роцца, село Алексеевское, Сокольничья роцца, село Богородское, Черкизово, поселок Аржельцы, Анненгофская роцца (Лефортово), Дубровка, Сукино болото, Кожухово, Тюфелева роцца.

Для оценки степени трансформации рельефа первоначально необходимо было привести карту к принятым в настоящее время единицам – абсолютным отметкам над уровнем моря в метрах. Для этого изолинии топоплана были векторизованы, а их значения переведены сначала из саженей в метры (длина сажени составляет 2,1336 м), а затем с помощью данных о межном уровне Москвы реки в то время относительная отметка была переведена в абсолютную. На основании новых данных с помощью программного продукта ArcMap 9.3 была построена новая ЦМР центра Москвы на 1888 г. с разрешением ячейки 5 м. Другим источником данных является ЦМР, построенная на основе данных топокарты 1984 г. масштаба 1:10 000.

Морфометрические характеристики

Морфометрический анализ рельефа для Москвы в целом широко применялся Э. А. Лихачевой с соавторами [1, 6, 8, 9]. Ими были составлены морфометрические карты с показателями густоты расчленения, глубины расчленения и крутизны земной поверхности, на основании которых была проведена оценка благоприятности рельефа для строительства.

В данной работе морфометрический анализ использовался при сравнении рельефа конца XIX и конца XX века. Общий характер рельефа центра города за 100 лет практически не изменился, остается тем же соотношение водоразделов и долин, почти не меняются границы водосборных бассейнов. Абсолютные отметки рельефа незначительно увеличились. Так в 1888 г. максимальная отметка на данной территории составляла 171,5 м, тогда как в 1984 г. 172,4 м, минимальная отметка осталась почти без изменений (116,2 м в 1888 г. и 116,4 м в 1984 г.), средние высоты также незначительно поменялись в сторону увеличения (141,5 м в 1888 г. и 142 м в 1984 г.). При этом средние и максимальные уклоны местности не изменились.

Мощность техногенных образований

Другим важным параметром, по которому принято судить о степени преобразованности рельефа является мощность техногенных образований. Одной из первых карт мощностей техногена является схема Ф. В. Котлова [3] центра Москвы в пределах Садового кольца. Более поздние карты мощностей техногенных отложений [2, 10] построены уже для территории всей Москвы в целом. Обе карты построены как по данным бурения, так и по косвенным признакам, свидетельствующим об изменениях рельефа. К таким признакам относятся информация о типе застройки и, соответственно, о глубине воздействия на литогенную основу. Карты построены в масштабе 1:25 000 и показывают, скорее, фоновые значения мощности.

Для данной работы были проанализированы данные более 12 000 геологических скважин, пробуренных за период с начала 30-х гг. XX века до настоящего времени, и построена карта мощности техногенных грунтов. Их средняя мощность составляет 2,8 м, максимальная увеличивается до 20 м. Значительные площади, засыпанные техногенными отложениями мощностью более 10 м, наблюдаются в долинах рек Неглинная, Сара, Кровянка, Копытовка, в районе метро Беговая, в районе Лужнецкой поймы у Фрунзенской набережной, засыпаны несколько участков Сукина болота в районах Печатники и Текстильщики. При этом необходимо отметить, что мощная толща техногенных грунтов не всегда свидетельствует о значительном преобразовании рельефа [8].

Подошва техногенных отложений является поверхностью естественного рельефа в местах, где изменение рельефа шло путем накопления грунтов. Анализируя ЦМР 1888 г. вместе с данными о положении подошвы техногенных отложений по базе скважин, можно выделить области

измененного рельефа на 1888 г. Ярким примером такой зоны является долина р. Неглинная, уже засыпанная к концу XIX века.

Речная сеть

Отличительной чертой Москвы является наличие значительного числа уничтоженных (засыпанных техногенными грунтами и/или помещенных в трубы) оврагов и долин малых рек, причем в центральной части города процент техногеннопогребенных долин малых рек составляет почти 100 %. Реконструкцией долинной сети на территории города занимались многие ученые: Б. М. Даньшин, Ф. В. Котлов, И. К. Сипягина, Э. А. Лихачева, Ю. А. Насимович и другие. Ими были созданы довольно подробные карты на территорию всего города, однако, масштаб топоплана делает возможность еще больше детализировать некоторые долины.

Процесс трансформации рельефа начался задолго до конца XIX века, но на топоплане представлено и довольно большое число сравнительно слабо измененных долин. В 1880 г. большинство рек еще имело наземный сток. На карте показано течение рек Пресни, Студенца, Копытовки, притоков Язузы, Кровянки и т. д. Река Неглинная была убрана под землю в XIX веке (в 1817–1823 гг. была убрана часть от Самотечной улицы до устья, а в 1862–1876 гг. – остальная часть реки до Селезневской улицы) [4, 5], так что на карте ее уже нет, хотя долина ясно читается. Кроме нее к концу XIX века засыпано и некоторое количество небольших рек, таких как Рачка, Сорочка, Вавилон, Проток, Сара, Бубна и т. д.

Антропогенная трансформация рельефа

Антропогенные изменения рельефа города идут, в основном, в двух направлениях: а) аккумуляции (засыпка отрицательных форм, создание локальных насыпей и валов, площадное накопление культурного слоя и т. д.), б) денудации (срезка возвышенностей, уступов, выколаживание склонов, создание искусственных выемок, осадка поверхности в результате статических нагрузок и т. д.).

Основной проблемой изучения антропогенного рельефа является вопрос реконструкции первоначальной поверхности до ее денудационного преобразования человеком. И, если крупные отрицательные формы (карьеры, пруды, котлованы) можно реконструировать сравнительно легко, то масштабы площадной денудации в пределах водораздельных поверхностей оценить крайне сложно [3].

В данной работе на основе сопоставления двух топографических карт примерно сопоста-

вимого масштаба удалось выделить области аккумуляции и денудации для центра Москвы.

Области аккумуляции – это, прежде всего, территории с большими мощностями техногенных образований. Наиболее яркими примерами выделенных областей аккумуляции служат:

- район поймы Москвы реки между Комсомольским проспектом и Фрунзенской набережной (подсыпки в среднем 5–6 м);
- верхняя часть долины реки Копытовки в районе Марьиной рощи (Складочная улица) (мощность техногенных отложений в среднем 5–7 м);
- засыпанные долины рек Кровянки и Чуры (мощность техногенных отложений достигает 19–20 м);
- засыпанный участок Сукина болота между Южнопортовой и Шоссейной улицами в районе Печатники (подсыпки до 12 м, в среднем 7–8 м);
- северная часть Сукина болота в районе пересечения Волгоградского проспекта с ТТК (мощность техногенных отложений до 16 м, в среднем 7–10 м);
- долина реки Синичка, притока Язузы (мощность техногенных отложений до 8 м, в среднем 3–5 м);
- долина р. Пресня (заполнена техногенными отложениями мощностью до 7–10 м);
- верховья долины р. Ходынка (мощность техногенных отложений до 5 м);
- верхняя часть долины р. Неглинная к северу от Суворовской площади (мощность техногенных отложений до 10 м).

Области денудации – это практически все водораздельные поверхности, где происходило многовековое выравнивание (планирование), а также участки, где по техническим нормам требовалось создание соответствующего уклона для транспортных магистралей и углубленных котлованов для тяжелого или многоэтажного строительства. К таким участкам относятся

- прорезь окружной железной дороги в районе Канатчиково;
- срезка и выравнивание склона Москвы реки в районе улицы 1905 года;
- котлован в районе Храма Христа Спасителя на ул. Волхонка;
- срезка и выколаживание рельефа в районе Парка Горького;
- котлован в районе комплекса Москва-Сити.

Таким образом, трансформация рельефа в городе идет по нескольким направлениям. Во-первых, это накопление техногенных отложений и повышение отметок поверхности. Как правило, речь идет о сравнительно небольших мощностях техногенных отложений в пределах 1–2 м. Во-вторых, идет процесс нивелирования рельефа за счет уничтожения овражной сети и долин малых рек. На данной карте эти процессы видны на примере долин рек Чура,

Кровянка, Копятовка, Синичка, Неглинная, Пресня и т. д. И наконец, выравнивание и выполаживание рельефа, как за счет срезов склонов и холмов, так и за счет заполнения отрицательных форм рельефа техногенными отложениями.

Но трансформация рельефа на городской территории это не только и не сколько изменение

поля высот, морфометрических и морфологических характеристик, но, прежде всего, это создание новых ландшафтно-геоморфологических условий, новой антропогенно-геоморфологической системы со свойственными ей особенностями функционирования [7].

Библиографический список

1. Зеергофер, Ю. О. Морфометрический анализ территории города (на примере Москвы) [Текст] / Ю. О. Зеергофер, Э. А. Лихачева, И. К. Сипягина, А. Д. Краснов // Вопросы географии. Сб. 111, – М. : Мысль, 1979. – С. 48–59.
2. Карта техногенных отложений территории г. Москвы масштаба 1:25 000 [Карты] / сост. И. К. Сипягина. – М. : Центргеология, 1980.
3. Котлов, Ф. В. Изменения природных условий территории Москвы под влиянием деятельности человека и их инженерно-геологическое значение [Текст] / Ф. В. Котлов. – М. : изд. АН СССР, 1962. – 261 с.
4. Лихачева, Э. А. Древние и современные процессы в долине реки Неглинной [Текст] / Э. А. Лихачева, А. Н. Маккавеев, Л. С. Курбатова // Геоморфология. – 2001. – №4. – С. 58–67
5. Лихачева, Э. А. О семи холмах Москвы [Текст] / Э. А. Лихачева. – М. : Наука, 1990. – 144 с.
6. Лихачева, Э. А. Экологические хроники Москвы [Текст] / Э. А. Лихачева. – М. : Медиа-Пресс, 2007. – 304 с.
7. Лихачева, Э. А. Эколого-геоморфологическая оценка городской территории [Текст] / Э. А. Лихаче-

ва, Г. Л. Кофф, А. Н. Маккавеев / Геоэкология Москвы: методология и методы оценки состояния городской среды. – М. : Медиа-Пресс, 2006. – С. 27–65.

8. Лихачева, Э. А. Опыт оценки изменения рельефа городской территории (на примере г. Москвы) [Текст] / Э. А. Лихачева, Ю. О. Зеергофер, А. Ф. Краснов / Новейшие методы геоморфологических исследований. – М. : МФГО СССР, 1981. – С. 72–84.

9. Лихачева, Э. А. Геоморфологический анализ территории города Москвы (оценка по степени благоприятности для строительства) [Текст] / Э. А. Лихачева, Ю. О. Зеергофер, М. П. Панюкова // Рельеф и хозяйственная деятельность. – М. : 1982. – С. 112–122

10. Лихачева, Э. А. Карта техногенных отложений и техногеннопогребенной речной сети территории г. Москвы [Текст] / Э. А. Лихачева, Л. С. Курбатова, Е. И. Махорина // Геоморфология. – 1998. – №1. – С. 61–67.

11. Лихачева, Э. А. Экологическая геоморфология [Текст]: Словарь-справочник / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев – М. : Медиа-Пресс, 2004. – 240 с.

Bibliograficheskij spisok

1. Zeergofer, Ju. O. Morfometričeskij analiz territorii goroda (na primere Moskvy) [Tekst] / Ju. O. Zeergofer, Je. A. Lihacheva, I. K. Sipjagina, A. D. Krasnov // Voprosy geografii. Sb. 111, – M. : Mysl', 1979. – S. 48–59.
2. Karta tehnoĝennyh otlozhenij territorii g. Moskvy masshtaba 1:25 000 [Karty] / sost. I. K. Sipjagina. – M. : Centrgeologija, 1980.
3. Kotlov, F. V. Izmenenija prirodnyh uslovij territorii Moskvy pod vlijaniem dejatel'nosti čeloveka i ih inženerno-geologičeskoe značenie [Tekst] / F. V. Kotlov. – M. : izd. AN SSSR, 1962. – 261 s.
4. Lihacheva, Je. A. Drevnie i sovremennye processy v doline reki Neglinnoj [Tekst] / Je. A. Lihacheva, A. N. Makkaveev, L. S. Kurbatova // Geomorfologija. – 2001. – №4. – S. 58–67
5. Lihacheva, Je. A. O semi holmah Moskvy [Tekst] / Je. A. Lihacheva. – M. : Nauka, 1990. – 144 s.
6. Lihacheva, Je. A. Jekologičeskije hroniki Moskvy [Tekst] / Je. A. Lihacheva. – M. : Media-Press, 2007. – 304 s.
7. Lihacheva, Je. A. Jekologo-geomorfologičeskaja ocenka gorodskoj territorii [Tekst] / Je. A. Lihacheva, G. L. Koff, A. N. Makkaveev / Geojekologija Moskvy: metod-

ologija i metody ocenki sostojanija gorodskoj sredy. – M. : Media-Press, 2006. – S. 27–65.

8. Lihacheva, Je. A. Opyt ocenki izmenenija rel'efa gorodskoj territorii (na primere g. Moskvy) [Tekst] / Je. A. Lihacheva, Ju. O. Zeergofer, A. F. Krasnov / Novejšhie metody geomorfologičeskikh issledovanij. – M. : MFGO SSSR, 1981. – S. 72–84.

9. Lihacheva, Je. A. Geomorfologičeskij analiz territorii goroda Moskvy (ocenka po stepeni blagoprijatnosti dlja stroitel'stva) [Tekst] / Je. A. Lihacheva, Ju. O. Zeergofer, M. P. Panjukova // Rel'ef i hozjajstvennaja dejatel'nost'. – M. : 1982. – S. 112–122

10. Lihacheva, Je. A. Karta tehnoĝennyh otlozhenij i tehnoĝennopogrebennoj rečnoj seti territorii g. Moskvy [Tekst] / Je. A. Lihacheva, L. S. Kurbatova, E. I. Mahorina // Geomorfologija. – 1998. – №1. – S. 61–67.

11. Lihacheva, Je. A. Jekologičeskaja geomorfologija [Tekst]: Slovar'-spravočnik / Je. A. Lihacheva, D. A. Timofeev – M. : Media-Press, 2004. – 240 s.