

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.438.5(470.311)

© 2000 г. Э.А. ЛИХАЧЕВА, Г.П. ЛОКШИН, Н.С. ПРОСУНЦОВА,
Д.А. ТИМОФЕЕВ

ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ г. МОСКВЫ

Рельеф города формировался в течение длительного времени. Сменявшие друг друга в течение мезокайнозоя процессы эрозии и аккумуляции, наложенные на долгоживущую зону трещиноватости в коренном ложе, определили и сложность инженерно-геологических условий долины р. Москвы, в частности, развитие карстово-суффозионных процессов в днищах палеодолин, врезанных в поверхность каменноугольных отложений. С историей развития долины р. Москвы теснейшим образом связана и система ее притоков, как в тектоническом, так и в геологическом плане. Наиболее древней является система рек Яузы и Москвы. Она и определила геоморфологическое развитие водораздельных областей на территории города: северной флювиогляциальной равнины в междуречье рр. Москвы и Яузы, южной (Теплостанская моренно-эрозионная возвышенность) и восточной (Мещерская флювиогляциальная равнина) [1–4].

Эколого-геоморфологическая оценка территории города была проведена с двух позиций: а) с точки зрения устойчивости – способности рельефа (геоморфологических систем), испытывая внешние воздействия, продолжать выполнять социально-экономические функции в заданных пределах; б) с точки зрения анализа особенностей структуры водосборных бассейнов и связанных с ней закономерностей распространения и концентрации загрязнения городской среды.

А. Оценка устойчивости рельефа проводилась по совокупности параметров, характеризующих устойчивость природного (исходного) рельефа (оценка степени геоморфологической опасности), уровень техногенного воздействия и интенсивность техногенных процессов (оценка степени эколого-геоморфологического риска). При оценке устойчивости рельефа к техногенному градостроительному воздействию учитывались как требования Строительных Норм и Правил (СНиП), так и полученные авторами экспериментальные и теоретические показатели [5–6].

Критериями устойчивости рельефа и сопряженной с ним геологической среды, образующих **морфолитосистему** – объединенную обменом вещества и энергии геолого-геоморфологическую систему, служат следующие характеристики:

1. Относительно ровный рельеф с небольшими уклонами (до 3°), глубина расчленения до 25 м/км², густота расчленения до 1 км/км².
2. Слабое проявление экзогенных и эндогенных процессов.
3. Однородное геологическое строение (расчетное сопротивление грунтов более 1,5 кгс/см²).
4. Гипсометрическое расположение выше расчетного уровня затопления паводками 1% обеспеченности (раз в 100 лет) не менее, чем на 0,5 м.
5. Залегание безнапорных водоносных горизонтов на глубине 3–7 м и более, напорных – на глубине 15 м.

Такие признаки указывают, что условия для строительства благоприятные, и для возведения зданий и сооружений не требуется дополнительных капиталовложений на обеспечение безопасности.

Критерии неустойчивости:

1. Сильно расчлененный рельеф с общим углом наклона поверхности более 12° , глубина расчленения более 35 м/км^2 , густота расчленения более 2 км/км^2 .
2. Активное экзогенное и эндогенное рельефообразование.
3. Неоднородное геологическое строение (расчетное сопротивление грунтов менее $1,0 \text{ кгс/см}^2$).
4. Расположение в зоне затопления паводковыми водами 4–5% обеспеченности (раз в 25 лет и чаще).
5. Залегание безнапорных водоносных горизонтов на глубине 1–3 м и менее, а напорных – на глубине менее 10 м.

При таких условиях для строительства требуются дополнительные капиталовложения, достигающие 20–100% стоимости строительства объектов: усиление фундаментов, оборудование защитных сооружений от таких процессов, как карст, эрозия, оползни, абразия.

С учетом изложенных критериев к устойчивым природным морфолитосистемам на территории г. Москвы отнесены приводораздельные поверхности эрозионно-аккумулятивных моренных и флювиогляциальных равнин. Они характеризуются благоприятными для строительства условиями. Данный тип морфолитосистем может выдержать значительные техногенные нагрузки. Образование верховодки, увеличивающей сейсмичность и вибровосприимчивость территории, а также процессы оседания земной поверхности над подземными выработками могут привести к снижению устойчивости морфолитосистем.

К относительно устойчивым отнесены речные террасы и высокая пойма. В эту же группу включены и придолинные склоны, выпуклые и вогнутые, крутизной не более 12° . На таких склонах уровень грунтовых вод не выдержан по простиранию, развиты процессы денудации, создающие густую эрозионноложную сеть. Техногенная нагрузка на этот тип морфолитосистем должна носить избирательный характер, так как при нарушении водообмена за счет утечек из коммуникаций может возникнуть суффозия, а динамические нагрузки могут вызывать неравномерные осадки грунта.

К относительно неустойчивым относятся отдельные участки палеодолин, где карстующиеся карбонатные отложения перекрыты маломощным слоем юрских глин. Нарушение водообмена на этих участках (естественное или техногенное), а также изменение химического состава грунтовых вод может привести к активизации карстово-суффозионных процессов и к значительным деформациям поверхности.

К относительно неустойчивым относятся и морфолитосистемы низкой поймы. Пойменные отложения, включающие порой прослой торфа, отличаются слабой литификацией. Здесь идет процесс естественного уплотнения грунта, интенсивность которого увеличивается при статических и динамических нагрузках. Инженерные мероприятия, проводимые с учетом этого естественного процесса, могут повысить устойчивость пойменных морфолитосистем.

Неустойчивыми являются морфолитосистемы малых рек, которые находятся в стадии активного развития, а также морфолитосистемы оползневых склонов. Склоны, на которых наблюдается развитие мелких оползней, наиболее восприимчивы к изменениям погодно-климатически и сейсмических условий. Крутые склоны с глубокими оползнями представляют трудно предсказуемую опасность, т.к. они реагируют на изменение сейсмических условий и увлажнения не сразу, а через какой-то промежуток времени. Активизация таких оползней может привести к катастрофическим последствиям (разрушение опор мостов, строений и т.п.).

Деление природных морфолитосистем на устойчивые и неустойчивые проводилось по интенсивности экзогенных процессов, по степени изменчивости морфолитосистем с момента их возникновения до настоящего времени, а также по комплексу условий для строительства. Здесь как бы не учтен морфоструктурный фактор. Однако это не так. Работами Н.П. Матвеева и других ученых доказано унаследованное развитие речной системы центра европейской части России по долгоживущим разломам. Так что неустойчивость долинного рельефа (и морфолитосистем в целом) по отношению к экзогенным процессам дополняется и относительной тектонической неустойчивостью.

В последнее время увеличилось количество тревожных публикаций по проблеме оседания поверхности земли на территории городов. Отдельные авторы склонны относить эти явления только к тектоническим, другие, более осторожные, считают оседание земной поверхности явлением техногенного происхождения. Анализ данных о деформациях земной поверхности на территории Москвы дает основание утверждать, что это явление имеет сложный характер.

Детализация современных вертикальных деформаций поверхности земли, основанная на результатах нивелирования I класса за период 1957–1978 гг. позволила создать картину оседания территории Москвы и лесопаркового защитного пояса [7]. Данные нивелирования отражают суммарные величины деформаций земной поверхности, складывающиеся из тектонических движений и техногенных деформаций. Результаты структурно-геологического анализа направленности и интенсивности новейших тектонических движений показывают, что Теплостанская возвышенность характеризуется устойчивым стабильным состоянием с минимальными вертикальными смещениями различных направлений, но с преобладанием устойчивых тектонических поднятий. Весьма слабые новейшие тектонические движения характерны для Мещерской озерно-ледниковой низменности, где повторное нивелирование выявило отрицательные смещения поверхности земли. Для южной окраины Смоленско-Московской возвышенности (северная часть Москвы), относящейся к территориям слабых новейших тектонических движений, величины оседаний занимают промежуточное значение по сравнению с вышеназванными геоморфологическими районами.

Рельеф и весь комплекс рельефообразующих процессов территории Москвы определили сложные инженерно-геологические условия, существенно повлияли на архитектурно-планировочные решения, на размещение промышленных, селитебных и рекреационных зон города. В то же время градостроительство существенно изменило природный рельеф местности, что в пределах города и на прилегающих территориях отмечается повсеместно. Уничтожено множество мелких элементов и форм естественного рельефа. Одновременно созданы искусственные формы рельефа – дамбы, насыпи, рвы и т.д. Отмечается существенное изменение структуры естественных водосборов поверхностного и подземного стоков. Создана сеть искусственных водотоков и водоемов наземных (каналы, пруды, дренажные канавы) и подземных (коллекторы, ливневая канализация, дренажная сеть). При этом нарушены законы соразмерности элементов и форм рельефа, существенно изменена направленность и интенсивность рельефообразующих процессов, что в ряде случаев приводило и приводит к пороговым (критическим) ситуациям.

Зона максимально измененного рельефа сконцентрирована в центре города – в пределах окружной железной дороги. Для нее наиболее характерны площадные подсыпки (мощности техногенных отложений от 3 до 6 м), которые производились в основном в поймах рек Москвы и Яузы, в долинах малых рек и на заболоченных участках приводораздельных поверхностей. Здесь, на когда-то сильно расчлененной речками и оврагами территории, произошли следующие изменения: уничтожена вся мелкая речная и овражно-балочная сеть, мощность техногенных отложений в устьевых участках долин достигает 6–10 м и более; практически повсеместно повысились абсолютные отметки, уменьшилась глубина расчленения в среднем на 3–5 м/км². Снижение уклонов, асфальтирование поверхности и закрытость территории застройками, засыпка естественной дренажной сети изменили характеристики поверхностного стока, водообмен, уровень грунтовых вод.

Засыпанные овраги и ручьи по-прежнему являются водосборами, и накопившиеся, теперь уже в подземных потоках, воды производят разрушительную работу – выщелачивание солей, вынос глинистых частиц, что, с одной стороны, приводит к образованию пустот в толще пород, а с другой, в коллекторах (искусственных руслах речек) происходит накопление взвешенных и влекомых частиц. Эти заносы уменьшают диаметр коллектора и увеличивают риск аварии на них. Наличие новообразованных пустот и уплотнение техногенных отложений в комплексе создают условия для деформаций поверхности – косвенных изменений рельефа. Оседанию поверхности, особенно при высоком стоянии грунтовых вод, способствует также движение уличного транспорта.

Инженерные мероприятия, связанные со строительством метрополитена, создают столь большую техногенную нагрузку, что даже соблюдение всех правил охраны окружающей среды не исключает проявление негативных процессов и явлений. Суммарные значения оседаний за 25 лет наблюдений в районах станций метрополитена изменяются от 28–46 мм (в среднем) до 117 мм.

Непредвиденные процессы и явления, чаще всего негативные, наблюдаемые на городской территории – результат функционирования городской гео/экосистемы. На рельеф, коренные породы, геологические и гидрогеологические условия города, помимо градостроительной деятельности, оказывают влияние техногенные компоненты городской среды. Это механическое (статическое и динамическое), химическое, биохимическое, электрическое и тепловое воздействие. Наличие техногенных отложений также оказывает значительное влияние на природные и техногенные компоненты городской геосистемы [8–9]. Проведенный ранее корреляционный анализ (табл. 1) геолого-геоморфологических харак-

Матрица линейной корреляции (для центра Москвы)

Литология отложений верхнего горизонта	Средняя мощность верхнего горизонта	Максимальная мощность техногенных отложений	Максимальная абсолютная отметка	Глубина расчленения, м/км ²	Густота расчленения, км/км ²	Угол наклона, град.
1,00	0,48	-0,05	-0,82	-0,45	0,11	0,10
0,48	1,00	0,05	-0,51	-0,26	0,10	-0,05
-0,05	0,05	1,00	0,10	0,10	-0,01	0,06
-0,82	-0,51	0,10	1,00	-0,47	-0,10	0,03
-0,45	-0,26	0,10	-0,47	1,00	0,23	0,41
0,11	0,10	-0,01	-0,10	-0,23	1,00	0,32
-0,10	-0,05	0,06	0,03	-0,41	0,32	1,00

теристик наиболее урбанизированной центральной части Москвы показал, что часть природных зависимостей утрачена, а мощность возникшего слоя техногенных отложений практически не зависит от морфометрических характеристик рельефа и литологического состава четвертичных отложений. Наблюдается лишь слабая тенденция увеличения мощности техногенных отложений с увеличением глубины расчленения и мощности четвертичных отложений, т.е. наибольшие мощности техногенных отложений тяготеют к долинам, где рельеф изменен максимально.

Б. Анализ структуры водосборных бассейнов. Инженерные мероприятия, проводимые в городах, направлены на создание благоприятных условий для строительства. Очень часто в этих случаях ограничиваются вертикальной планировкой рельефа – засыпкой и срезкой неровностей, засыпкой овражно-балочной сети, малых долин. Неустойчивые морфолитосистемы, находящиеся в стадии активного развития, переводят в погребенное состояние, создавая при этом, как минимум, два разнородных слоя: водопроницаемый (или относительно водопроницаемый) из рыхлых техногенных отложений и водонепроницаемый из асфальта и бетона. При этом создается техногенная морфолитосистема с относительно закрытым водообменом и направленным (по старому руслу, тальвегу) стоком грунтовых вод. Как правило, реакция (самопроизвольное изменение) морфолитосистемы выражается в стремлении разрушить рыхлый слой за счет активизации суффозии (химической и механической), в результате чего происходит обрушение поверхности водонепроницаемого слоя. Следствием этого является нарушение целостности коммуникационных сетей, деформации, а иногда и разрушение зданий и сооружений.

Активизация карстово-суффозионных процессов на левом берегу р. Москвы, вероятно, явилась причиной максимальных оседаний, зафиксированных в долине реки. В целом, погребенные доледниковые долины влияют на картину оседания поверхности земли, однако в условиях воздействия разнообразных техногенных факторов на геологическую среду наиболее четко проявляется зависимость устойчивости поверхности от состояния грунтовых вод. С понижением уровня грунтовых вод и с их загрязнением связывают и активизацию в палеодолинах карстово-суффозионных процессов.

В Москве многие реки полностью уничтожены, часть их заключена в коллекторы. Поверхностный сток системой ливневой канализации переведен в подземный. В результате структура и морфометрия водосборов изменились, а значительная часть их площади стала водонепроницаемой. Созданная система канализации – эти искусственные русла временных водотоков не всегда справляется с поступающим с поверхности стоком и постоянно забивается транспортируемыми наносами. По признаку интенсивности техногенных изменений водосборные бассейны на территории города можно подразделить на три большие группы:

1. Группа бассейнов с наименьшими техногенными изменениями, с собственным русловым стоком, с сохранившейся в целом структурой бассейна: уничтожение не более 5% гидросети, застроенность территории менее 50%, коэффициенты поверхностного стока практически не отличаются от естественных (0,30–0,37). Это бассейны рек Сетуни, Чертановки, Ички, Чермянки и верховьев Язуы. Наиболее изменена техногенезом приустьевая часть бассейна Сетуни. Здесь на пойме мощность техногенных отложений достигает 3–6 м, застроено до 30–50% территории, коэффициент поверхностного стока равен 0,40.

2. Группа бассейнов, испытавших значительные преобразования в процессе градостроительства: густота расчленения уменьшилась на 10–48%, коэффициент поверхностного стока увеличился до 0,40–0,50, плотность застройки изменяется в пределах от 30 до 50%. Это бассейн р. Яузы, гидрографическая сеть которого изменена наиболее сильно в нижнем течении реки. Здесь полностью уничтожена овражно-балочная речная сеть притоков, русло Яузы в значительной степени спрямлено и зарегулировано. Гидросеть в бассейне в целом уничтожена на 16%, но 68% из них приходится на среднее и нижнее течение реки. В эту же группу входят бассейны Граворонки, Лихоборки, Раменки, Городни и Котловки.

3. Водосборные бассейны рек Неглинной, Пресни, Ходынки, Кровянки, Фильки и Серебрянки, вероятно, можно считать полностью техногенными, т.е. рек уже нет, они заключены в коллекторы, рельеф водосбора сильно изменен. На отдельных участках проведены столь значительные земляные работы, что трансформированы и линии водоразделов бассейнов. Мелкая эрозионная сеть уничтожена полностью и практически не прослеживается в современном рельефе города. С трудом можно провести линии тальвегов главных водотоков. Кроме того, естественный грунт мощностью до 20 м либо полностью, либо частично преобразован или заменен техногенными разнородными грунтами. Практически сплошная застройка свела к минимуму проявления поверхностных рельефообразующих процессов. Наиболее активны техногенные и техногенно активизированные процессы, которые носят "скрытый" подземный характер. Коэффициент поверхностного стока увеличен до 0,75. На территории бассейнов этой группы отмечается наибольшее число случаев деформаций зданий и сооружений (на 1 км²—до 20 и более), вызванных оседанием земной поверхности. Скорость ее оседания достигает 5,0–14,2 мм/год. Суммарное оседание за 25 лет составляет 60 мм.

С выходом "из берегов" засыпанных речек связаны многие аварии на метрополитене: р. Чечера вызвала аварии при строительстве перегона между станциями Комсомольская – Сокольники; р. Ольховка – в районе станции Лубянка; р. Неглинная – станции Театральная и т.п. [6, 8].

Анализ структуры водосборных бассейнов г. Москвы показывает, что место, выбранное 850 лет назад, было идеальным для строительства города-крепости. Реки Москва, Яуза, Неглинная – естественные водные преграды при обороне, а в мирное время – торговые пути, сходятся у Кремля, вокруг стен которого рос город. В настоящее время это обстоятельство привело к тому, что именно в центре города происходит разгрузка речного стока бассейнов Яузы и Сетуни. Кроме того, на территории города в Москву-реку выше по течению от центра осуществляется сток Химки и Сходни, бассейны которых в последние годы активно осваиваются под строительство. Здесь сосредоточено большое количество предприятий, отходы от которых, несмотря на очистные сооружения, загрязняют как поверхностные, так и подземные воды. Таким образом, центр города и левобережье Москвы, дренируемые Яузой, Химкой и Сходней, наиболее загрязнены поверхностными и подземными водами. Так, бассейн Яузы вместе с притоками поставляет в Москву-реку до 300 т/год взвешенных веществ, до 80 т/год нефтепродуктов и около 30 000 тыс м³/год сточных вод [8].

Территория Теплостанской возвышенности, интенсивно осваиваемая под жилищное строительство, отвечает современным экологическим требованиям к рельефу: транзитных рек здесь нет, загрязнение извне отсутствует. Реки, дренирующие территорию, разгружаются ниже центра или даже за пределами города, что, однако, не снимает ответственности с городских властей и землепользователей за их состояние.

Анализ естественных и природно-техногенных процессов на территории города и их негативных последствий приведен в таблицах 2 и 3 [4, 5, 9].

Комплексная эколого-геоморфологическая оценка территории города приведена впервые. Проведенный анализ отличается от аналогичных работ широким применением количественных комплексных методов. Типизация территории по совокупности показателей выявила разные типы морфолитосистем, которые представляют последовательный ряд превращений природных морфолитосистем в техногенные. При этом теснота связи измененных ландшафтов с природными уменьшается по мере увеличения техногенной нагрузки. Для территории в целом наблюдается нарушение взаимосвязей и взаимозависимостей сопряженных ландшафтов.

Сравнение морфометрических характеристик современного (техногенного) рельефа и рельефа смежных неизмененных территорий позволило сделать вывод, что выявленные для равнин связи морфометрических показателей мезо- и макроформ рельефа и их геологического строения проявляются и на территории города, но значительно слабее. Техноген-

Негативные природные процессы на территории г. Москвы

Природные условия и факторы	Естественные негативные процессы	Степень геоморфологической опасности, площадное распространение	Изменения степени геоморфологической опасности в процессе урбанизации
Атмосферные осадки и поверхностные воды Сейсмичность (3–4 балла)	Ливни, снегопады; сезонные разливы рек (скорости до 25 м/сек); затопление поймы, подмыв берегов и их разрушение Незначительные колебания почвы	Повсеместно умеренная; умеренная вдоль береговой зоны и на пойме Незначительная для всей территории, кроме отдельных участков	Увеличение количества осадков с 600 до 700 мм/год*; Сток зарегулирован, практически не оказывает влияния Увеличение сейсмичности до 5 баллов, а местами до 6 баллов, за счет распространения техногенных грунтов, подтопления территории и сплошной застройки
Наличие зон повышенной трещиноватости в карбонатных породах Сезонное промерзание грунтов	Скрытый карст практически без поверхностных проявлений Морозное пучение на глинистых породах до 40 см (макс. 60), на песчаных 1,5–2,0 см (макс. 10)	Только на территории расположения палеодолины дочетвертичного возраста – высокая степень опасности Повсеместно слабая на территориях, сложенных песчаными грунтами, умеренная и сильная – глинистыми грунтами	Активизация карстовосуффозионных процессов – образование поверхностных провалов, чему способствует изменение уровней грунтовых и подземных вод, загрязнение подземных вод, вибрация В зависимости от техногенных теплового и химического загрязнений усиливается или ослабевает
Слабые грунты	Естественное неравномерное уплотнение	Локальное распространение – долинный комплекс отложений (особенно пойменных), торфяные болота	Увеличение площади со слабыми грунтами за счет площадного распространения техногенных отложений большой мощности
Аккумуляция	Подтопление, заболачивание, оглеение почв	Развиты в северной и особенно в восточной частях города с равнинным и слаборасчлененным типом рельефа	Осушение болот, их мелиорация; появление подтопленных участков на выровненных и застроенных территориях участков (прогноз на 2010 г. – 45% площади)
Денудация	Делювиальный смыв на склонах до 3° – слабый; 3 – 6° – умеренный; средний смыв с поверхности 0,7 т/га · год Линейная эрозия: скорости от 0 до 15 м/год, средние 1,0–1,5 м/год Опльвинно-оползневые процессы на крутых (6–12°) и очень крутых (до 20° и более) склонах	Развитие на больших площадях с пологоувалистым типом рельефа Умеренная для левобережья р. Москвы с овражно-балочным рельефом; для остальной части города незначительная Локальный процесс, но представляющий опасность высокой степени	На 50% площади, закрытой асфальтом и постройками не наблюдается; на открытых участках может быть в 10–40 раз больше естественного смыва Уничтожение овражно-балочной сети приводит к уменьшению эрозионной опасности и одновременно к возникновению суффозионно-просадочных явлений в днищах засыпанных дренажей Повышение уровня грунтовых вод, увеличение обводненности грунтовой толщи способствует активизации оползневых процессов; проводимые мероприятия по укреплению оползневых склонов снижают вероятность их активизации

* Установлена корреляционная связь между скоростью роста оврага и запасом воды в снежном покрове (Ккорр = 0,76)

Влияние факторов техногенеза на экологическую обстановку в городе

Факторы техногенеза	Природные и природно-техногенные процессы	Экологические последствия
Общая урбанизация территории	<p>Деградация ландшафтов; формирование новой структуры поверхностного и подземного стока; изменение направленности и соотношения процессов денудации-аккумуляции; изменение тепло- и влагообмена; увеличение количества осадков на 100 мм/год и среднегодовой температуры на 1–2 (3)° [5]</p>	<p>Формирование городского ландшафта, городского рельефа и геологической среды, городского микроклимата менее устойчивых, чем природные: коэффициент поверхностного стока увеличился в 2–3 раза; средняя величина инфильтрационного питания грунтовых вод за счет утечек из коммуникационных сетей равна 230 мм/год, что увеличивает объем питания в 2–3 раза; увеличение эрозионной опасности на обнаженных склонах; скорость оседания земной поверхности местами возросла до 3,9 мм/год; появились техногенные геохимические аномалии; уровень грунтовых вод поднялся, что привело к сырости в домах, ухудшению состояния древесной растительности, распространению кровососущих насекомых</p>
Создание промышленной инфраструктуры, систем транспортных магистралей и коммуникаций	<p>Перераспределение напряженного состояния пород; формирование физических полей: динамического (30–89 дБ), шумового (40–110 дБ), электрического (0,01–1,20 В/м) и теплового (превышение над естественной температурой на 3–4°, иногда на 10–15° [5])</p>	<p>Истощение подземных вод; появление техногенных источников (взрыво-, пожаро-, химически- и радиационно-опасных), угрожающих жизни людей; деформации зданий, сооружений и коммуникаций; общее ухудшение здоровья населения, увеличение показателя детской смертности</p>
Гидротехническое строительство	<p>Формирование новой структуры гидросети и структуры водосборных бассейнов</p>	<p>Улучшение водоснабжения и увеличение водных запасов Москвы на 1,5 млн. м³/сутки; повышение уровня воды в р. Москве на 3 м; увеличение водной поверхности (за счет каналов и прудов) почти на 100 га; поднятие уровня грунтовых вод за счет инфильтрации из р. Москвы</p>
Озеленение	<p>Формирование новой структуры растительно-почвенного покрова города</p>	<p>Улучшение в целом экологической обстановки в городе; появление новых заболеваний растительности; распространение аллергических заболеваний среди населения от некоторых видов цветущих растений</p>

ный рельеф города можно сопоставить со стадией старения эрозионного рельефа. Зонами наибольшего изменения являются долины рр. Москвы, Яузы и их притоков.

В центральной части города, где наиболее изменены морфологические характеристики, где техногенные отложения распространены сплошным чехлом, практически повсеместно отмечается подтопление. Этот процесс и дальше будет развиваться и захватит значительную часть города, поскольку продолжает увеличиваться количество осадков, уплотнение техногенных грунтов, возможно развитие процессов заболачивания, в особенности на глинистых грунтах. Интенсивное использование наземного и подземного пространства увеличивает сейсмичность городской территории в среднем на 1,5–2 балла (по шкале Рихтера).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Котлов Ф.В.* Проблемы инженерной геологии Москвы. М.: Наука, 1963. 68 с.
2. *Лихачева Э.А.* О семи холмах. М.: Наука, 1990. 144 с.
3. *Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Тимофеев Д.А. и др.* Геоморфология Москвы по материалам карты "Геоморфологические условия и инженерно-геоморфологические процессы г. Москвы" // Геоморфология. 1998. № 3. С. 41–51.
4. Москва: геология и город. / Гл. ред. В.И. Осипов, О.П. Медведев, М.: Московские учебники и карто-
литография, 1997. 400 с.
5. Город – экосистема / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев, М.П. Жидков и др. М.: ИГ РАН, 1996. 336 с.
6. *Кофф Г.Л., Котлов В.Ф., Шешеня Н.Л.* Рекомендации по совершенствованию инженерно-геологических
изысканий для промышленного и гражданского строительства на территории г. Москвы и лесопарковой
зоны в связи с охраной и рациональным использованием геологической среды. М.: ИЛСАН, 1989. 120 с.
7. Инженерная география. М.: МФ ГО СССР, 1989. С. 124–133.
8. Экологические исследования в г. Москве и Московской области: состояние водных систем. М.: ИНИОН,
1992. 184 с.
9. *Лихачева Э.А., Курбатова Л.С., Махорина Е.И.* Карта техногенных отложений и техногеннопогребенной
речной сети территории г. Москвы // Геоморфология. 1998. № 1. С. 61–67.

Институт географии РАН,
Институт геоэкологии РАН

Поступила в редакцию
17.11.98

ECOLOGICAL-GEOMORPHOLOGIC EVALUATION OF THE MOSCOW TERRITORY

E.A. LIKHACHEVA, G.P. LOKSHIN, N.S. PROSUNTSOVA, D.A. TIMOFEYEV

S u m m a r y

The criteria of technological impact resistance are worked out for urban territory. Complex evaluation of Moscow territory and its regionalization by the degree of ecological-geomorphologic hazard are fulfilled.