

Л. М. Китаев

## ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СМЫВА ПОЧВЫ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ (на примере г. Курска)

Одна из черт современного освоения земель — концентрация населения в крупных городах, сопровождающаяся расширением городских территорий и продолжением кардинального изменения природной среды. Площадь многих городов сегодня составляет 500—700 км<sup>2</sup>, что сопоставимо с площадью крупных природных объектов, например речных бассейнов.

Рост городов вызвал необходимость проведения работ по их ландшафтному районированию. Антропогенные ландшафты, являющиеся по своей сути преобразованными естественными ландшафтами, разделяются по особенностям функционального назначения [1—5], по степени изменения изначальных свойств природных естественных ландшафтов [6, 7], по отдельным видам функционирования — биологическому, геохимическому и т. д. [8]. В ряде случаев используется несколько типов классификации [8]. Городские агломерации в ландшафтных классификациях обычно относятся к классу селитебных [2, 4, 5] или же к типу искусственных, культурных ландшафтов [6, 7].

Ф. Н. Мильков [2] для освоенных территорий в целом и, по-видимому, для городских ландшафтов в частности, предлагает использовать общепринятую ландшафтную терминологию — ландшафт, местность, урочище, фация. Такой подход позволяет рассматривать город как ландшафтную единицу и одновременно предполагает возможность выделения внутри города ландшафтных комплексов различного ранга.

Одним из направлений ландшафтных исследований городов следует считать обоснование правомерности их выделения как специфических ландшафтов, а также их районирования, что может быть достигнуто путем выявления их особенностей на количественной основе. В настоящей работе сделана попытка районирования городских территорий на основе количественного анализа поверхностного стока и связанного с ним смыва почв. Данные Е. П. Чернышева по Курской модельной области [9] хорошо иллюстрируют разницу в характере поверхностного стока и смыва почвы городских, сельскохозяйственных и естественных ландшафтов лесостепи. Особенно ярко выявляются различия в летне-осенний период, когда при достаточно равномерном распределении осадков поверхностный сток с естественных и сельскохозяйственных территорий отсутствует полностью. В период весеннего половодья на целинных и лесных участках сток не отмечается даже в многоводные годы, а максимальный сток с сельскохозяйственных угодий отличается от стока с городских территорий. При незначительной разнице в осадках среднегодовой сток с городских территорий в 2—4 раза больше стока с естественных и сельскохозяйственных угодий. С различиями величины поверхностного стока тесно связан характер смыва почвы. Если в городе эрозионная деятельность поверхностных вод продолжается в течение всего года, исключая зимний период, то на прилегающих к городу пространствах смыв почвы происходит лишь весной в пределах сельскохозяйственных угодий.

Такая специфика гидрологических и эрозионных процессов в городе обусловлена рядом причин и прежде всего состоянием поверхности. Большие площади уплотненных и непроницаемых территорий — застройки и асфальта (от 12 до 50—80%) — определяют характер трех из четырех составляющих водного баланса — поверхностного стока, расхода воды на испарение и питания подземных вод. Лишь приходящая часть — осадки — остается независимой величиной. Значительный смыв почв в городе объясняется длительностью периода,

в течение которого происходит поверхностный сток, а также взаиморасположением проницаемых и непроницаемых участков: в ряде случаев поверхностные воды, стекая по проезжей части улиц в виде концентрированных потоков, попадают на незащищенные асфальтом грунтовые поверхности (откосы, газоны и т. д.).

Вместе с тем гидрологический режим и смыв почвы неоднороден и в пределах самого города. Для асфальта и крыш зданий коэффициент стока равен 0,90—0,95. Для садово-огородных приусадебных участков характерна относительно небольшая его величина — 0,20—0,22 в период весеннего снеготаяния и 0,02—0,08 в летне-осенний период. Для дорог с различными типами покрытия — грунтовых, щебнистых, булыжных — коэффициент стока варьирует от 0,7 до 0,9.

Разнице в стоке соответствует неоднзначность процессов смыва почвы — городские территориальные комплексы различаются по характеру эрозии [9]. Минимальный смыв при максимальном поверхностном стоке характерен для коммунальной многоэтажной застройки, где преобладают уплотненные и непроницаемые поверхности. Меньшая годовая величина стока характерна для индивидуальной застройки, что определяется отсутствием значительных непроницаемых площадей и большим количеством садово-огородных участков — до 55% общей площади. Смыв здесь превышает смыв с коммунальной застройки в 3 раза весной и в 5 раз летом. Таким образом, при анализе дифференциации гидрологических и эрозионных процессов подтверждается правомерность предложения Ф. Н. Милькова [2] о возможности выделения внутри города специфических ландшафтных комплексов различного ранга.

Как уже упоминалось, большое влияние на гидрологические и эрозионные процессы оказывает взаимное расположение характерных городских участков, что в свою очередь зависит от характера рельефа. Учитывая незначительную изменчивость климатических характеристик, особенности рельефа и использование поверхности, в пределах Курска были выделены следующие территориальные комплексы.

1. Многоэтажная застройка (жилая и промышленная) с большим количеством непроницаемых поверхностей, где здания и асфальтовые покрытия доминируют в общей площади, а открытые и озелененные участки отличаются высокой пешеходной нагрузкой на поверхность почвы.

2. Индивидуальная застройка, для которой характерны одноэтажные строения небольшой площади, приусадебные участки и наряду с асфальтированными дорогами с грунтовыми покрытиями.

3. Незастроенные пространства, включающие в себя пустоши, неудобные и резервные земли, сельскохозяйственные угодья (сады, пашни, огороды, сенокосы).

4. Естественные лесные массивы, сохранившиеся на территории города.

В свою очередь в пределах каждого комплекса можно выделить участки двух типов — приуроченные к поймам и к водоразделам, включая прилегающие к ним склоны.

Предложенное районирование учитывает основные факторы, влияющие на формирование и дифференциацию поверхностного стока и смыва: антропогенные — характер использования территории и природные — рельеф и связанные с ним особенности распределения почв, темно-серых лесных на водоразделах и пойменных луговых на поймах. Правильность предложенного районирования проверялась с помощью данных 13-летних наблюдений на экспериментальных площадках и водосборах в пределах г. Курска. Два из трех экспериментальных водосборов расположены на склоне долины р. Тускарь (приток р. Сейм — основного водотока в пределах города). Первый из них площадью 2,8 га имеет широтную ориентацию, длину 0,7 км, ширину 0,3 км, крутизну склонов 3—7° (местами до 15°), застроен характерными для центра города многоэтажными зданиями, значительные площади асфальтированы, имеются участки с озеленением. Водосбор в зоне индивидуальной застройки площадью 75 га также ориентирован широтно, крутизна склонов составляет 3—15°, местами до 40°. Здесь преобладают одноэтажные дома с садово-огородными участками, наряду с асфальтированными

есть и грунтовые дороги. Третий водосбор расположен на высокой пойме р. Сейм в пределах типичной современной городской застройки с широтной ориентацией и уклонами поверхности, не превышающими 5°.

Отличительной чертой водосборов, расположенных в пределах города, является полная трансформация их естественных границ. Современные водоразделы и очертания водосборов определяются прежде всего расположением строений и улиц, вследствие интенсивной перепланировки поверхности в пределах коммунальной застройки современный тальвег не совпадает с первоначальным природным.

Экспериментальные площадки располагались на сельскохозяйственных и застроенных участках поймы и водоразделов.

Как показали экспериментальные исследования, пространственная дифференциация поверхностного стока и смыва на среднемноголетнем уровне достаточно заметна. В пределах практически горизонтальных пойм в городе отсутствуют заметные сток и смыв почвы. Исключение — асфальтированные участки, где даже при небольших уклонах в период весеннего снеготаяния отмечается поверхностный сток. На водоразделах поверхностный сток отсутствует только на лесных массивах. Максимальный сток отмечен в пределах индивидуальной застройки, средний — в коммунальной застройке, минимальный — на залежах, неудобных и сельскохозяйственных землях (табл. 1). Соотношение между величинами стока с участков коммунальной и индивидуальной застройки — соответственно 23,9 и 45,6 мм — противоречит данным, приведенным в работах Е. П. Чернышева [9]. Исходя из особенностей поверхности наиболее логично ожидать, что сток с участков коммунальной застройки будет меньше, чем с индивидуальной. Это связано с рядом факторов: современная застройка имеет меньшие снегозапасы (почти на 15%), слой промерзающей почвы в течение зимы меньше в среднем на 20 см, более быстрое оттаивание поверхностного слоя весной увеличивает скорость инфильтрации. К тому же поверхность дорог, пустырей и садово-огородных участков в пределах индивидуальной застройки покрывается ледяной коркой мощностью 5—30 см (в среднем 80% площади), что в период весеннего половодья способствует увеличению поверхностного стока.

Как отмечалось многими исследователями, и наши данные лишний раз это подтверждают, смыв почвы прямо зависит от характера поверхностного стока. Сток и смыв отсутствуют на городских участках, занятых лесом, а также на поймах. Максимальный смыв характерен для индивидуальной застройки, где малый процент асфальтированных поверхностей (5% территории), с одной стороны, не препятствует склоновому смыву, а с другой — обуславливает возможность выхода концентрированных потоков с поверхности асфальтированных дорог на незащищенные участки, что вызывает усиленную эрозию. В таких случаях между створами, расположенными на расстоянии 50 м друг от друга, количество взвешенных частиц в потоке возрастает на 20—30%. Минимальный смыв происходит на незастроенных территориях, особенно сельскохозяйственных землях. Средние значения характерны для коммунальной застройки междуречий, где асфальтированные поверхности не всегда предохраняют почву от размыва.

Таким образом, выделенные городские комплексы обладают спецификой хода гидрологических и эрозионных процессов на среднемноголетнем уровне. Для более полного выявления дифференциации рассматриваемые процессы были изучены и на сезонном уровне. Для этого были выбраны годы различной обеспеченности по осадкам зимнего периода как интегрального параметра: 1975 год — обеспеченность 88,3%, 1983 — 57,6, 1981 год — 11,5% (табл. 2).

В целом соотношения снегозапасов, стока и смыва во время половодий в годы с различной обеспеченностью соответствуют многолетним соотношениям. Снегозапасы коммунальной застройки минимальны по отношению к другим городским участкам, при этом суммарная величина слоя стока за половодье здесь максимальна. Минимальные значения характерны для индивидуальной застройки — смыв здесь превышает смыв с залежи, неудобных и сельскохозяй-

Средне многолетние величины снегов запасов, поверхностного стока и смыва почвы во время весеннего половодья на территории г. Курска

Рельеф	Характер поверхности	Среднее многолетнее	По обеспеченности осадков зимнего периода		
			Многоводный	Средний	Маловодный
Снегов запасы, мм					
Междуречья	Коммунальная застройка	105	106	93,7	80,4
	Индивидуальная застройка	120	106	102	99,6
	Леса	134	170	138	93,8
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	109	113	93,7	90,7
Поймы	Коммунальная застройка	105	106	93,7	80,4
	Индивидуальная застройка	120	106	102	99,6
	Леса	134	170	138	93,8
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	109	113	93,7	90,7
Поверхностный сток, мм					
Междуречья	Коммунальная застройка	23,9	23,5	18,8	11,9
	Индивидуальная застройка	45,6	45,6	14,4	13,6
	Леса	0	0	0	0
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	19,1	14,8	14,2	9,96
Поймы	Коммунальная застройка	20,2	33,0	19,1	7,31
	Индивидуальная застройка	0	0	0	0
	Леса	0	0	0	0
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	0	0	0	0
Смыв почвы, кг/га					
Междуречья	Коммунальная застройка	420	1148	687	184
	Индивидуальная застройка	1339	1764	1313	351
	Леса	0	0	0	0
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	235	924	512	20,2
Поймы	Коммунальная застройка	1093	425	698	73,4
	Индивидуальная застройка	0	0	0	0
	Леса	0	0	0	0
	Залежь, неудобные и сельскохозяйственные земли	0	0	0	0

зайственных земель в 2 раза для лет малой и большой обеспеченности и в 60 раз для года средней обеспеченности. Причины такого положения аналогичны причинам, обуславливающим характер процессов на среднемноголетнем уровне.

Таким образом, выделенные в пределах города участки имеют специфические, устойчивые на различных временных уровнях особенности гидрологического режима и смыва, что подтверждает правомерность проведенного районирования.

Следующий шаг исследований — выявление количественных статистических связей между гидрологическими и эрозийными процессами в выделенных городских комплексах. С одной стороны, это может послужить дальнейшему количественному уточнению специфики функционирования выделенных характерных участков, с другой — возможен чисто практический выход с помощью уравнений связи по данным, полученным в результате наблюдений в границах одного территориального комплекса, возможно выявление характера гидрологических и

Величина поверхностного стока и смыва почвы с водораздельных пространств и прилегающих склонов во время весеннего половодья (по годам различной обеспеченности осадками зимнего периода)

Вид поверхности	Снегозапасы, мм	Поверхностный сток, мм					Смыв почвы, кг/га		
		сумма за половодье	суточные значения по обеспеченности			сумма за половодье	суточные значения по обеспеченности		
			< 25	25—75	> 75		< 25	25—75	> 75
Год малой обеспеченности (1975, 88,3%)									
Коммунальная застройка	106	23,5	1,02	0,17	0	1147	117	0	0
Индивидуальная застройка	106	45,6	1,11	0,07	0	1764	167	27,4	0
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли	113	14,8	1,10	0,05	0	924	10,1	2,91	0
Год средней обеспеченности (1983, 57,6%)									
Коммунальная застройка	93,7	18,8	32,1	0,84	0,04	687	124	48,4	2,1
Индивидуальная застройка	102	14,4	28,3	0,48	0,02	1313	212	33,8	1,1
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли	93,6	14,2	43,2	0,10	0,01	20,2	8,2	3,2	1,0
Год большой обеспеченности (1981, 11,5%)									
Коммунальная застройка	80,4	11,9	24,3	5,0	0,26	184	261	19,5	0
Индивидуальная застройка	99,6	13,6	30,1	4,50	0	351	73,6	0,40	0
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли	90,7	9,96	2,90	0,07	0	512	107	5,30	0

эрозионных процессов остальных комплексов и получение средневзвешенных их величин для города в целом.

Теснота связи определялась посредством расчета квадратической регрессии, для анализа использовались коэффициенты корреляции и уравнения связи типа

$$Y = A + BX + CX^2.$$

При этом были вычислены связи между ходом процессов на городских территориях различных типов, расположенных на междуречных пространствах: индивидуальной и коммунальной застройками и незастроенными участками. Комплексы на поймах в расчет не принимались ввиду отсутствия там поверхностного стока. Коэффициенты корреляции и уравнения связи рассчитывались для всех территориальных комплексов, но за основную «базовую» поверхность была принята коммунальная застройка. В отличие от индивидуальной застройки и незастроенных территорий она, сложившись однажды, изменяется очень медленно. Таким образом, расчет по уравнениям связи стока и смыва проводился на основе данных наблюдений именно в пределах коммунальной застройки: в уравнении связи  $X$  — величина стока или смыва с территории коммунальной застройки,  $y$  — сток или смыв с какого-либо из остальных комплексов.

Расчет связей проводился как для среднесезонных величин стока и смыва почвы во время весеннего половодья, так и для стока и смыва конкретных

Квадратическая связь величины снегозапасов, поверхностного стока и смыва почвы с территорий городских комплексов с коммунальной застройкой для лет различной обеспеченности по осадкам зимнего периода (многолетний ход)

Вид поверхности, характеристика, уравнение связи	Коэффициент корреляции	Вычисленные значения			Измеренные значения		
		Обеспеченность					
		большая	средняя	малая	большая	средняя	малая
Индивидуальная застройка							
Снегозапасы, мм $P_n = 303,2 - 4,18 \times P_k + 0,022 \times (P_k)^2$	0,86	164	106	103	154	137	104
Сток, мм $S_n = 77,32 - 4,03 \times S_k + 0,074 \times (S_k)^2$	0,50	23,1	22,8	44,2	26,0	36,3	36,8
Смыв, кг/га $R_n = 2031,7 - 1,88 \times R_k + 0,0001 \times (R_k)^2$	0,48	1956	1539	1729	107	838	1793
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли							
Снегозапасы, мм $P_n = 340,3 - 4,92 \times P_k + 0,024 \times (P_k)^2$	0,55	110	98,2	89,2	123	109	72,9
Сток, мм $S_n = 125,8 - 3,99 \times S_k + 0,13 \times (S_k)^2$	0,46	123	279	224	52,9	46,9	30,2
Смыв, кг/га $R_n = 327,3 - 0,48 \times R_k + 0,004 \times (R_k)^2$	0,17	313	314	1077	45,8	497	51,3

Условные обозначения к табл. 3 и 4: Снегозапасы:  $P_k$  — коммунальной застройки,  $P_n$  — индивидуальной застройки,  $P_n$  — незастроенных территорий; сток:  $S_k$  — коммунальной застройки,  $S_n$  — индивидуальной застройки,  $S_n$  — незастроенных территорий; смыв почвы:  $R_k$  — коммунальной застройки,  $R_n$  — индивидуальной застройки,  $R_n$  — незастроенных территорий.

половодий различной обеспеченности — были взяты года, рассмотренные выше. Полученные уравнения связи проверялись путем сравнения расчетных значений с фактическими для независимых лет соответствующей обеспеченности (табл. 3 и 4).

Коэффициенты корреляции для многолетнего ряда наиболее высоки для снегозапасов — 0,55—0,86, более низкие для стока — 0,46 — 0,50 и смыва почвы — 0,17—0,48. Разница между расчетными и фактическими величинами невелика для снегозапасов — 5—25% и значительна для стока и смыва — соответственно 11—48 и 11—98%.

Для расчета связей на уровне отдельных половодий использовались суточные суммы стока и смыва почвы с соответствующих территориальных комплексов для ранее выбранных лет различной обеспеченности. В данном случае коэффициенты корреляции достаточно высоки — в основном 0,54—0,95. Сравнение вычисленных и фактических величин дает различия для стока — в 1,5—12 раз, для смыва почвы — в 1,5—30 раз.

Следовательно, в пределах выделенных комплексов поверхностный сток и смыв почвы наиболее зависимы от состояния поверхности и ее использования. Многолетняя картина распределения стока и эрозионных процессов обладает достаточным своеобразием. Наиболее значимым фактором, определяющим эти различия, является состояние почвенного покрова и прежде

Квадратическая связь посуточных значений поверхностного стока и смыва почвы во время весеннего половодья для лет различной обеспеченности по осадкам зимнего периода, для городских комплексов с коммунальной застройкой

Вид поверхности, характеристика, уравнение связи	Коэффициент корреляции	Суммы за половодье	
		вычисленные значения	измеренные значения
Год большой обеспеченности			
Индивидуальная застройка			
Сток, мм $S_{и} = -0,045 + 0,80 \times S_{к} + 0,086 \times (S_{к})^2$	0,86	13,5	76,8
Смыв, кг/га $R_{и} = -2,32 + 1,65 \times R_{к} + 0,002 \times (R_{к})^2$	0,48	227	1493
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли			
Сток, мм $S_{и} = -0,307 + 0,67 \times S_{к} + 0,067 \times (S_{к})^2$	0,54	11,0	46,9
Смыв, кг/га $R_{и} = -0,354 + 0,04 \times R_{к} + 0,00004 \times (R_{к})^2$	0,66	9,77	19,0
Год средней обеспеченности			
Индивидуальная застройка			
Сток, мм $S_{и} = -0,234 - 0,18 \times S_{к} + 0,302 \times (S_{к})^2$	0,91	33,5	36,3
Смыв, кг/га $R_{и} = -29,19 + 3,87 \times R_{к} - 0,0089 \times (R_{к})^2$	0,73	567	862
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли			
Сток, мм $S_{и} = -0,12 + 0,44 \times S_{к} + 0,165 \times (S_{к})^2$	0,81	28,7	31,9
Смыв, кг/га $R_{и} = -0,39 + 0,038 \times R_{к} + 0,00002 \times (R_{к})^2$	0,87	5,41	133
Год малой обеспеченности			
Индивидуальная застройка			
Сток, мм $S_{и} = -1,897 + 2,31 \times S_{к} - 0,048 \times (S_{к})^2$	0,68	26,2	154
Смыв, кг/га $R_{и} = 8,524 + 0,833 \times R_{к} + 0,0018 \times (R_{к})^2$	0,48	227	107
Пустыри, неудобные и сельскохозяйственные земли			
Сток, мм $S_{и} = -0,33 + 2,12 \times S_{к} + 0,0027 \times (S_{к})^2$	0,72	0,194	52,9
Смыв, кг/га $R_{и} = 0,37 + 0,198 \times R_{к} + 0,00067 \times (R_{к})^2$	0,95	61,4	150

всею наличие и количество непроницаемых и уплотненных территорий, их расположение относительно друг друга и относительно других участков поверхности. Кроме того, как уже упоминалось, имеют значение такие природные факторы, как рельеф (уклоны) и характер промерзания и оттаивания почвенного покрова.

Таким образом, выделение таких городских комплексов, как коммунальная и индивидуальная застройка, незастроенных территорий и леса в городской черте, расположенных как на пойме, так и на водоразделах, правомерно ввиду специфики их гидрологического и эрозионного функционирования. Анализ коэффициентов корреляции указывает на близость хода процессов как на много-

летнем, так и на сезонном уровнях на участках коммунальной и индивидуальной застройки. Тесных связей между застроенными и незастроенными территориями не наблюдается. Это связано с тем, что поверхности коммунальной и индивидуальной застройки по состоянию поверхности и функциональному использованию близки между собой больше, чем с незастроенной территорией. Но вместе с тем корреляционные связи в целом не дают возможности выявления репрезентативных количественных зависимостей, что, с одной стороны, подтверждает специфику выделенных комплексов и правильность предложенного районирования, но с другой — не дают возможности проведения расчетов для городской территории на базе предложенных статистических закономерностей. Для корректной количественной оценки процессов стока и смыва почвы требуется, по-видимому, физическое моделирование, базирующееся тем не менее на предложенном районировании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булатов В. И., Кованова А. А., Курганова С. И. Антропогенные ландшафты в бассейновой геосистеме//Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты изучения. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. С. 104—109.
2. Мильков Ф. Н. Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов//Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты изучения. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. С. 4—13.
3. Мильков Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981. 365 с.
4. Демик Я. Теория систем и изучения ландшафта. М.: Прогресс, 1977. 222 с.
5. Иогансен Н. К. Классификация антропогенных ландшафтов//Вестн. ЛГУ. География. 1978. № 24. С. 57—62.
6. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. Географический аспект. М., Мысль, 1980. 263 с.
7. Рябчиков А. М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М.: Мысль, 1972. 221 с.
8. Мишев К., Данева М. О стандартизации методов ландшафтоведения и сферы охраны природной среды в Болгарии//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1962. № 2. С. 12—18.
9. Чернышев Е. П. Изменение водного баланса и состава поверхностных вод под воздействием города//Курская модельная область. М.: ИГ АН СССР, 1979. С. 24—32.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию  
21.XII.1990 г.

#### HYDROLOGICAL PROCESSES AND SOIL LOSS DIFFERENTIATION WITHIN THE LIMITS OF URBAN TERRITORIES (A CASE STUDY OF KURSK)

L. M. KITAEV

S u m m a r y

Urban areas are subdivided into regions on the basis of spatial differentiation of hydrological processes and associated soil loss. The primary material for the quantitative (including statistic) analysis of the processes comes from experimental studies in the city of Kursk. Principles of regionalisation and quantitative characteristics of runoff and soil loss within the regions permit physical model ling and forecast of runoff and erosion quantities within urban territories.