

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

№ 4

(Отдельный оттиск)

МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 628.334.6.001.24.001.573

В. М. МОСКОВКИН, О. П. РОНЕНКО

К РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ
АККУМУЛИРУЮЩИХ ЕМКОСТЕЙ В СИСТЕМАХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

(на примере южных берегов Крыма)

Для охраны природных вод от загрязнения необходимо осуществление комплекса мероприятий на основе правовых, организационных, а также технических решений, которые должны быть экономически оптимальными и экологически эффективными. Важным условием предотвращения загрязнения водных объектов является обезвреживание поверхностного стока, отводимого с наиболее загрязненных участков городских территорий.

Во время выпадения дождей, при снеготаянии и мойке дорожных покрытий в водные объекты смывается накопившийся на поверхности уличный смет, включающий продукты износа дорожных покрытий, автомобильных шин и других частей автотранспорта, осевшие атмосферные аэрозоли, выносимые с открытых грунтовых поверхностей почвенные частицы и т. д. Поверхностный сток при этом отличается высоким содержанием взвешенных веществ, основная масса которых представлена мелкодисперсными частицами, наличием органических примесей, нефтепродуктов, биогенных элементов, бактерий, тяжелых металлов и других токсикантов. Состав и концентрация примесей в поверхностном стоке с городских территорий зависят от функционального назначения участков, степени благоустройства и организации санитарной уборки, интенсивности движения автотранспорта, плотности населения, а также от гидрометеорологических параметров — слоя осадков за дождь, продолжительности бездождевых периодов и др. Следует отметить, что до реализации мероприятий по очистке поверхностного стока нужно осуществить первоочередные меры, направленные на снижение накопления и выноса загрязняющих веществ с поверхности водосбора.

Выбор технологической схемы очистки, как правило, зависит от системы отведения сточных вод населенных пунктов. Наиболее эффективна с точки зрения охраны водных объектов от загрязнения поверхностным стоком городов полураздельная система канализации, предусматривающая отведение на очистку всех производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод города и наиболее загрязненной части поверхностного стока (не менее 70 % годового объема стока), формирующегося на его территории.

В нашей стране наиболее распространена раздельная система канализации, имеющая две самостоятельные сети трубопроводов: производственно-бытовую и дождевую. Для предотвращения загрязнения водных объектов поверхностным стоком необходимо устройство очистных сооружений на выпусках дождевых коллекторов либо перехват и отведение на

© 1990 Московкин В. М., Роненко О. П.

Таблица 1

Средние многолетние данные об атмосферных осадках по метеостанции Ялта за теплый период года (март — декабрь)

Характеристика	Указатели		
	Среднее	Максимальное	Минимальное
Количество дождей	38	58	22
Сумма осадков, мм	250,1	434,4	112,8
Суммарная продолжительность, ч	128,8	257,9	67,5
Продолжительность дождя, ч	3,4	18,0	0,3
Продолжительность бездождевого периода, сут	5,90	32,10	0,13
Интенсивность дождя, мм/мин	0,061	0,494	0,004
Среднее (числитель) и максимальное (знаменатель) количество осадков за дождь, мм	$\frac{6,7}{35,4}$	$\frac{10,9}{95,0}$	$\frac{3,8}{10,0}$
Слой 70 %-ной аккумуляции годового стока, мм (при $\phi = 1$, $T_0 = 1$ сут)	11,6	22,2	5,1

Примечание. ϕ — коэффициент стока с застроенной территории; T_0 — время выдерживания стока в АЕ, сут.

очистные сооружения поверхностного стока с наиболее загрязненных участков городской территории.

При самостоятельной очистке поверхностного стока на локальных сооружениях обычно применяют отстойники, оборудованные устройствами для удаления нефтепродуктов и осадка. Наиболее перспективным в этом случае представляется использование аккумулялирующих емкостей (АЕ) периодического действия с длительным (сутки и более) пребыванием в них очищаемой воды, рассчитанных на прием стока дождей, смывающих с поверхности водосбора основную массу примесей. При этом АЕ используется не только для сбора поверхностного стока, но и для регулирования его расхода и очистки от основной массы примесей. Очищенный сток целесообразно направлять на нужды технического водоснабжения, мойку дорог, полив газонов и зеленых насаждений.

С целью обоснования оптимальных параметров сооружений предложена методика расчета АЕ [1—3], учитывающая особенности распределения атмосферных осадков в различных регионах, разработана имитационная модель процесса функционирования АЕ с использованием многолетней гидрометеорологической информации.

Приводятся результаты статистической обработки многолетних метеоданных (расшифровка плювиограмм со слоем осадков за дождь не менее 1 мм), полученные в процессе балансовых расчетов при помощи модели по метеостанции Ялта за 1937—1969 гг. (836 дождей) (табл. 1 и 2).

На основе приведенных данных построены зависимости (рис. 1) и кривая обеспеченности (рис. 2, а) основных расчетных параметров АЕ для рассматриваемого региона аналогично с рассмотренными ранее [2,

Таблица 2

Средние многолетние характеристики осадков для различных градаций слоя дождя метеостанции Ялта

Характеристика	Градации, мм			
	1—2,5	2,5—5	5—10	10
Среднее количество осадков, мм	1,6	3,6	6,8	19,8
Доля от суммы осадков, %	9,3	15,1	21,6	54,0
Средняя продолжительность дождя, ч	2,4	3,0	4,0	4,9
Доля общей продолжительности, %	23,9	24,6	25,6	25,9
Средняя интенсивность, мм/мин	0,027	0,044	0,063	0,133
Среднее количество дождей	13	10	8	7

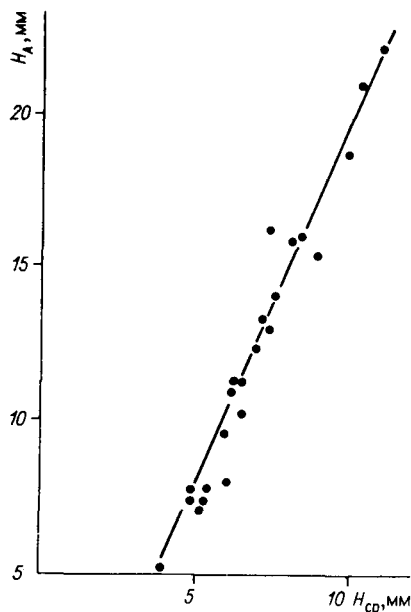


Рис. 1. Зависимость объема АЕ (H_A) от среднего за дождь (H_{cp}) слоя осадков в теплый период года (при $\varphi = 1$, $T_0 = 1$ сут).

3). Наибольший вклад (более 50 %) в суммарное количество осадков за теплый период года вносят дожди со слоем более 10 мм (см. табл. 2), в то же время по общей продолжительности осадков вклад дождей всех градаций практически равный, средняя интенсивность дождя от одной градации слоя к другой увеличивается в 1,5–2 раза, а среднее количество дождей монотонно убывает.

Поверхностный сток носит эпизодический характер, причем его средняя продолжительность отличается от таковой осадков только на время добегаания, и неучет которого при балансовых расчетах практически не имеет значения, а продолжительность бездождевого периода (в среднем около 6 сут) достаточна для отстаивания (осветления) стока и опорожнения АЕ.

Полученная [2] эмпирическая формула для расчета средней многолетней интегральной величины аккумулируемого годового стока W_A (%) в зависимости от объема АЕ в слоях стока H_A (мм), коэффициента стока φ и времени отстаивания T_0 (сут) применима для условий Южного берега Крыма:

$$W_A = 100\{1 - \exp[-H_A(\alpha + \beta(1 - \varphi) - \gamma(T_0 - 1))]\}, \quad (1)$$

где $0 < \varphi < 1$; $1 < T_0 \leq 5$; α , β и γ — аппроксимационные коэффициенты, соответственно 0,1036; 0,4098; 0,0123.

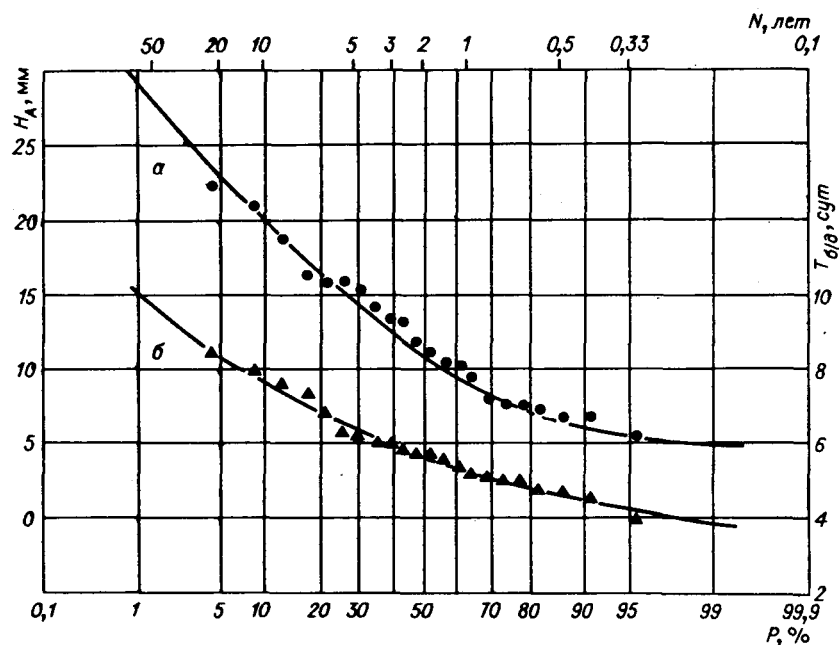


Рис. 2. Кривые обеспеченности (P) объема АЕ (H_A) при $\varphi = 1$; $T_0 = 1$ сут (а) и средней за теплый период года продолжительности бездождевого периода $T_{б/д}$ (б).

N — ожидаемый период однократного превышения соответствующего значения H_A .

Параметр W_A показывает, какую долю годового поверхностного стока в среднем за многолетие для рассматриваемого региона можно перехватить в АЕ объемом H_A при том или ином коэффициенте стока с застроенной территории φ и времени выдерживания в АЕ стока T_0 , обеспечивающем его осветление.

По формуле (1) при определенных величине аккумулируемого годового стока (например, $W_A = 70$ %, рекомендованной СНИП 2. 04. 03—85), значениях φ и T_0 можно обратным расчетом получить средний многолетний слой аккумуляции H_A , после чего объем АЕ (W_E , м³) определяется по формуле

$$W_E = 10H_AF, \quad (2)$$

где F — площадь водосбора, га.

Величину слоя 70 %-ной аккумуляции H_A при любом заданном периоде ожидания однократного превышения этой величины (ее обеспеченности) можно определить для рассматриваемого региона по соответствующей кривой обеспеченности (см. рис. 2, а). Кривая обеспеченности бездождевых периодов (см. рис. 2, б) позволяет оценить вероятность гарантированного отстаивания стока. Так, обеспеченность величины $H_A = 11,6$ мм (см. табл. 1) согласно кривой (см. рис. 2, а) около 50 % и она может быть превышена 1 раз в 2 года. То же можно сказать и о среднем бездождевом периоде ($T_{б/д} = 5,9$ сут).

Представляют практический интерес эмпирические региональные (корреляционные) формулы для определения средних многолетних характеристик осадков за теплый период года:

$$\left. \begin{aligned} H_{cp} &= 4,526 + 2,232h - 0,114h^2 + 0,0042h^3, & r &= 0,998, \\ T_{cp} &= 2,867 + 0,568h - 0,060h^2 + 0,0025h^3, & r &= 0,960, \\ I_{cp} &= 0,0387 + 0,197h - 0,0011h^2 + 0,00013h^3, & r &= 0,984, \\ N_{cp} &= 45,9 - 10,2h + 0,9h^2 - 0,03h^3, & r &= 0,996, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где H_{cp} — средний слой осадков за дождь (мм); T_{cp} — продолжительность дождя (ч); I_{cp} — средняя интенсивность дождя (мм/мин); N_{cp} — среднее количество дождей; h — слой осадков за дождь не менее заданной величины (от 1 до 15 мм), r — корреляционное отношение. Произведение величин H_{cp} и N_{cp} представляет сумму осадков за теплый период года для дождей, превышающих заданную величину.

На основе имитационной модели оценка параметров АЕ может проводиться с учетом заданного расхода ее опорожнения. Такие исследования выполняются для условий Усть-Илимского лесопромышленного комплекса, результаты которых будут переданы в составе исходных данных, необходимых для проектирования сооружений по обезвреживанию поверхностного стока с территории комплекса.

Полученные результаты могут применяться для региональной оценки гидрометеорологических параметров осадков и стока, оптимальных параметров (размеров)стойких сооружений для обезвреживания поверхностного стока с городской территории. Данная работа актуальна в связи с начавшейся разработкой схемы водоотведения и очистки поверхностного стока с застроенной территории г. Ялты в пределах водосборов рек Быстрой и Водопадной. В заключение целесообразно привести пример расчета АЕ для рассматриваемого региона. Предположим, что необходимо подвергнуть очистке в АЕ 70 % годового стока, отводимого с застроенной территории площадью $F = 2$ га при $\varphi = 0,6$. При $W_A = 70$ % и $T_0 = 1$ сут, из выражения (1) можно определить $H_A = 4,5$ мм и по формуле (2) — объем аккумулирующей емкости $W = 90$ м³. При этом емкость рассчитана на прием всего объема стока дождей со слоем осадков, не превышающим 7,5 мм ($H_A/\varphi = 4,5/0,6$), и соответствующей части стока остальных дождей, превосходящих по слою эту величину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Временные** рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностного стока с территории промышленных предприятий и расчету условий выпуска его в водные объекты.— М.: ВНИИВОДГЕО, ВНИИВО, 1983.
2. **Хват В. М., Роненко О. П.** Расчет аккумулирующих емкостей в системах защиты речных бассейнов от загрязнения поверхностным стоком с застроенных территорий // Охрана вод речных бассейнов.— Харьков, 1987.
3. **Роненко О. П., Московкин В. М.** Имитационная модель процесса функционирования аккумулирующей емкости с использованием информации о реальных дождевых событиях // Моделирование и контроль качества вод.— Харьков, 1988.

*Ялтинский отдел
Сочинского НИЦ АН СССР
ВНИИВО по охране вод
Госкомприроды СССР, Харьков*

*Поступила в редакцию
24 октября 1989 г.*