

## ВЛИЯНИЕ ЛИВНЕВОГО СТОКА НА КАЧЕСТВО ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ г. ОДЕССЫ

*Приведена характеристика ливневых стоков г. Одессы. С помощью численной модели самоочищения получены оценки пространственно-временных масштабов загрязнения вод прибрежной зоны города ливневыми стоками. Определен экономический ущерб, наносимый ими окружающей среде.*

**Ключевые слова:** Черное море, Одесский район, ливневые стоки, загрязнение морских вод

**Введение.** Качество морских вод прибрежной зоны г. Одессы формируется под влиянием речного стока и совокупности береговых антропогенных источников загрязнения, к числу которых относятся и ливневые стоки.

В летний период органами санитарно-эпидемиологической службы периодически запрещается морское водопользование на многих городских пляжах, что в большинстве случаев связано с поступлением ливневых вод с территории города через основные ливневые выпуски [1, 2].

Одесским филиалом Института биологии южных морей НАН Украины была получена оценка уровня загрязнения ливневых вод города по химическим и микробиологическим показателям [3], однако до настоящего времени отсутствуют оценки пространственно-временных масштабов загрязнения ливневыми стоками вод прилегающей акватории моря.

Цель работы заключается в оценке с помощью численной математической модели самоочищения масштабов и степени загрязнения вод Одесского района северо-западной части Черного моря ливневыми стоками, а также в оценке эколого-экономического ущерба, наносимого сбросом неочищенных ливневых стоков в море.

**Характеристика ливневого стока.** Город Одесса делится на 3 бассейна канализования: Северный, Южный и жилой район Котовского. Каждый бассейн имеет обособленную схему канализации. Границей между Северным и Южным районами служит улица Пироговская и полоса железной дороги. Площадь Южного бассейна составляет 3047,2 га, Северного – 5424,2 га и жилого района Котовского – 1374,1 га.

Канализование Южного района, в основном, выполнено по полной раздельной системе, предусматривающей отдельный отвод сточных вод определенной категории (бытовых, производственных и дождевых). Отведение дождевых вод осуществляется закрытой сетью коллекторов со сбросом в море через три выпуска: в районе пляжа Аркадия, 10-й и 16-й станций Б. Фонтана. Ливневые выпуски удалены в море от линии уреза воды на 300 м. Очистные сооружения на ливневых коллекторах отсутствуют.

В настоящее время постоянно действующими являются ливневые выпуски на 10-й и 16-й станциях Б. Фонтана. Выпуск ливневой канализации в Аркадии опломбирован и открывается только в период интенсивного дождя (по информации Госинспекции охраны окружающей среды северо-западной части Черного моря) для предотвращения затопления прилегающей территории города.

Помимо сброса поверхностных вод, через выпуски ливневой канализации на 10-й и 16-й станциях Б. Фонтана в настоящее время осуществляется постоянный

несанкционированный сброс неочищенных бытовых сточных вод, поступающих с прилегающей территории.

Сток ливневых вод, поступающих с территории Южного бассейна канализования г. Одессы, может быть оценен по формуле [4]

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot F \cdot H, \quad (1)$$

где 10 – переводной коэффициент;

$\varphi$  – коэффициент стока дождевых или снеговых вод;

$F$  – площадь водосборной территории, га;

$H$  – слой осадков за анализируемый отрезок времени, мм.

При расчетах объемов поверхностного стока коэффициент  $\varphi$  принят равным 0,35. Среднегодовое количество осадков для города Одессы составляет 456 мм [5]. Исходя из этого, средний годовой расход ливневых вод Южного бассейна канализования оценивается в 4,9 млн м<sup>3</sup>/год.

Система канализования Северного бассейна исторически сложилась как общесплавная, имеющая одну водоотводящую сеть, предназначенную для совместного отведения сточных вод всех типов (бытовых, производственных, дождевых). На главном коллекторе имеются ливневыпуски, через которые в период выпадения осадков часть смеси сточных вод сбрасывается без очистки в море для предотвращения аварийной ситуации в городе. В сухое время года смешанный сток направляется на СБО «Северная». Ливневыпуски являются береговыми, очистные сооружения на них отсутствуют.

Проектная мощность СБО «Северная» составляет 4,62 м<sup>3</sup>/с, из них половина мощности приходится на хозяйственно-бытовой сток и половина зарезервирована под ливневый сток. Однако фактически в период интенсивного дождя на главную насосную станцию «Северная» поступают дождевые стоки интенсивностью 3,15 м<sup>3</sup>/с [6], что приводит к затоплению близлежащей территории. Для предотвращения аварийной ситуации большая часть ливневого стока сбрасывается непосредственно в море без очистки.

Расчетный средний годовой расход ливневых вод Северного бассейна канализования, оцененный по формуле (1), составляет 8,7 млн м<sup>3</sup>/год, из них непосредственно в море через систему ливневой канализации сбрасывается около 2,9 млн м<sup>3</sup>/год неочищенных стоков.

В жилрайоне Котовского ливневая канализация отсутствует, поверхностные стоки отводятся по рельефу.

**Материалы и методика исследования.** По свидетельству [3] гидрохимические и микробиологические характеристики загрязнения ливневых вод идентичны недостаточно очищенным и неочищенным сточным водам промышленных предприятий и городских канализационных коллекторов. В частности, в них отмечается высокое содержание нефтепродуктов ( $\approx 24$  мг/л), СПАВ ( $\approx 0,52$  мг/л), свинца ( $\approx 0,50$  мг/л), цинка ( $\approx 1,13$  мг/л), меди ( $\approx 0,24$  мг/л) и микроорганизмов группы кишечной палочки (коли-индекс  $\approx 1,285$  млн кл/л), что в большинстве случаев на несколько порядков превышает установленные для них значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) в прибрежных морских водах [3].

Характерной особенностью ливневых стоков является их эпизодичность и интенсивность. Несомненный интерес представляют оценки уровня и пространственно-временных масштабов загрязнения прибрежной рекреационной зоны моря ливневыми стоками во время выпадения интенсивных осадков в летний период года. Для решения

этой задачи использовалась численная математическая модель самоочищения морских вод [7].

Для оценки вклада ливневого стока в загрязнение морской среды был рассмотрен дождь, прошедший 14 – 15 сентября 2003 г. За указанный отрезок времени в сумме выпало 52 мм осадков, общая продолжительность дождя составила 24 часа. Рассчитанные по формуле (1) расходы поверхностного стока составили: для Южного района канализования 12,84 м<sup>3</sup>/с, для Северного – 22,85 м<sup>3</sup>/с, из которых непосредственно в море поступает 18,23 м<sup>3</sup>/с.

Модельные расчеты распространения и трансформации загрязняющих веществ в морской среде проводились при стационарных северо-западных и южных ветрах силой 5 и 10 м/с для трех типов загрязняющих веществ (ЗВ): нефтепродуктов, СПАВ и микроорганизмов группы кишечной палочки, которые можно рассматривать как пассивную неконсервативную примесь в морской воде. Фоновые значения концентраций ЗВ не учитывались. Рассматриваемая акватория моря (46° 22,4' – 46° 33,6' с.ш.; 30° 44,6' – 30° 50,8' в.д.), включающая в себя участок Одесского побережья от 16 ст. Большого Фонтана до Крыжановки, покрывалась расчетной сеткой 31x 80 узлов, с горизонтальным пространственным шагом 250 м. Использовались 10 расчетных уровней по глубине в  $\sigma$  - системе координат. Для учета влияния сезонного пикноклина на вертикальную диффузию ЗВ задавалось вертикальное распределение температуры и солености воды, свойственное летнему периоду.

При расчетах учитывалось самоочищение морских вод от рассматриваемых типов ЗВ в результате процессов их химико-биологической и физико-химической трансформации. Деструкция и деградация ЗВ в водной среде описывалась кинетическим уравнением реакции 1-го порядка

$$F_i = \left. \frac{dC_i}{dt} \right|_{local} = -K_{ci}C_i,$$

где  $F_i$  – функция неконсервативности примеси в уравнении переноса [8];

$K_{ci}$  – коэффициент неконсервативности (деструкции) ЗВ, представляющий собой удельную скорость его трансформации в результате совокупного действия физико-химических и химико-биологических процессов самоочищения вод, без детализации их вкладов.

Коэффициент неконсервативности для нефтепродуктов задавался на основе приведенных в работе [9] данных лабораторных экспериментов по определению зависимости периода полураспада растворенных форм нефти  $\tau_{nf}$ , в часах, от температуры воды  $T_w$ , в °С

$$\tau_{nf} = 1260.42 - 54.928T_w + 0.5688T_w^2.$$

Удельная скорость биodeградации патогенных бактерий, в соответствии с [10] определялась зависимостью вида

$$K_{coli} = k_n \rho_S^{(S)} \rho_T^{(T_w-20)},$$

где  $k_n$  – скорость гибели *Coliforms* в темноте при температуре воды  $T_w = 20^\circ\text{C}$  и солености  $S = 0\text{‰}$ , полагаемая равной  $\approx 0.033\text{ час}^{-1}$ ;  
 $\rho_S = 1.006$  и  $\rho_T = 1.07$  – основания поправочных коэффициентов на термохалинные условия *in situ*.

Коэффициент неконсервативности для СПАВ в летний период года в соответствии с [11] полагался равным  $0,002\text{ час}^{-1}$ .

Высокое содержание в ливневых стоках биогенных веществ несомненно приведет к усилению эвтрофикации вод прибрежной зоны исследуемой акватории. Для оценки степени влияния ливневых стоков на интенсивность первичного продуцирования органического вещества фитопланктоном в результате дополнительного эвтрофирования вод акватории ливневыми стоками в летний период года использовалась модель [7], включающая в себя уравнения переноса для концентраций азота аммония  $C_{NH4}$  и нитратов  $C_{NO3}$ , фосфатов  $C_{PO4}$ , органических форм азота  $C_{DON}$  и фосфора  $C_{DOP}$ , функции неконсервативности которых для каждой локальной точки пространства записывались в виде следующей системы:

$$\begin{aligned} \left. \frac{dC_{PO4}}{dt} \right|_{local} &= K_{PO4}C_{DOP}, & \left. \frac{dC_{DOP}}{dt} \right|_{local} &= -K_{PO4}C_{DOP}; \\ \left. \frac{dC_{NH4}}{dt} \right|_{local} &= K_{NH4}C_{DON}, & \left. \frac{dC_{NO3}}{dt} \right|_{local} &= 0, & \left. \frac{dC_{DON}}{dt} \right|_{local} &= -K_{NH4}C_{DON}. \end{aligned}$$

Здесь  $K_{PO4}$  – удельная скорость минерализации растворенного органического фосфора, 1/сут;

$K_{NH4}$  – удельная скорость минерализации органического азота, 1/сут.

Валовая суточная продукция фитопланктона в каждой локальной точке пространства, определяемая концентрацией минеральных форм азота и фосфора, оценивалась в соответствии с законом Михаэлиса-Ментен:

$$P_f \Big|_{local} = V_f^{max} f_I(I) f_c(C_N, C_{PO4}) B_f;$$

$$f_I(I) = \frac{1}{\Delta z} \int_{z_i}^{z_{i+1}} f_z(I_z) dz = \frac{2.718 f_d}{\Delta z \alpha} \left[ \exp(-R_{z_i}) - \exp(-R_{z_{i+1}}) \right];$$

$$R_0 = \frac{I_a}{I_{opt}}, \quad R_{z_i} = R_0 \exp(-\alpha z_i), \quad \Delta z = z_{i+1} - z_i;$$

$$f_z(I_z) = \frac{I_z}{I_{opt}} \exp\left(1 - \frac{I_z}{I_{opt}}\right), \quad I_z = I_a \exp(-\alpha z);$$

$$\text{де } f_c(C_N, C_{PO4}) = \min \left\{ \frac{C_N + C_N^\phi}{\Pi_N + C_N + C_N^\phi}, \frac{C_{PO4} + C_{PO4}^\phi}{\Pi_{PO4} + C_{PO4} + C_{PO4}^\phi} \right\};$$

$$C_N = C_{NH4} + C_{NO3}, \quad C_N^\phi = C_{NH4}^\phi + C_{NO3}^\phi,$$

где  $B_f$  – биомасса фитопланктона, гС/м<sup>3</sup>;

$V_f^{max}$  – максимальная удельная скорость роста фитопланктона, 1/сут;

$C_{PO4}^{\phi}$ ,  $C_{NH4}^{\phi}$ ,  $C_{NO3}^{\phi}$  – фоновое содержание в водах исследуемой акватории фосфора фосфатов, мгР/л, аммонийной и нитратной форм азота, мгN/л, соответственно;

$C_{PO4}$ ,  $C_{NH4}$ ,  $C_{NO3}$  – содержание в морской воде фосфора фосфатов, мгР/л, аммонийной и нитратной форм азота, мгN/л, обусловленное поступлением ливневых стоков;

$C_{DOP}$ ,  $C_{DON}$  – содержание в морской воде органического фосфора, мгР/л, и органического азота, мгN/л, обусловленное поступлением ливневых стоков;

$\Pi_N, \Pi_{PO4}$  – константы полунасыщения интенсивности процесса утилизации фитопланктоном минеральных соединений азота и фосфора, соответственно мгN/л и мгР/л;

$I_a$  – средний за световой день поток ФАР, проникающий через поверхность моря, Вт/м<sup>2</sup>;

$f_d$  – доля светового дня в сутках ( $0 \leq f_d \leq 1$ );

$I_0$  – поток фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), проникающей через поверхность моря, Вт/м<sup>2</sup>;

$I_{opt}$  – оптимальная для фотосинтеза облученность, Вт/м<sup>2</sup>;

$I_z$  – облученность на глубине  $z$ , Вт/м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – интегральный коэффициент ослабления интенсивности ФАР с глубиной, 1/м.

Использованные значения параметров уравнений химико-биологической части модели приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения параметров химико-биологического блока модели влияния ливневых стоков на продукцию органического вещества фитопланктоном

Параметр	Значение	Ед.изм.	Параметр	Значение	Ед.изм.
$V_f^{max}$	2.0	1/сут	$K_{NH4}^{20}$	0.06	1/сут
$\Pi_N$	0.050	мгN/л	$K_{PO4}^{20}$	0.14	1/сут
$\Pi_{PO4}$	0.005	мгР/л	$\alpha$	0.5	1/м
$C_{PO4}^{\phi}$	0.007	мгР/л	$I_{opt}$	65	Вт/м <sup>2</sup>
$C_{NH4}^{\phi}$	0.07	мгN/л	$f_d$	0.6	–
$C_{NO3}^{\phi}$	0.02	мгN/л	$B_f$	0.3	гС/м <sup>3</sup>

**Результаты модельных расчетов.** Полученные результаты свидетельствуют (рис. 1 - 3), что в первые несколько суток после выпадения осадков значения коли-индекса и концентрация нефтепродуктов в морской воде, на большей части акватории прибрежной зоны превышают ПДК даже без учета фонового уровня загрязнения.

Однако, благодаря высоким скоростям деструкции загрязняющих веществ в летний период года и кратковременности сброса ливневых вод, в течение 6 - 7 суток после выпадения интенсивных осадков уровень загрязнения прибрежных вод уменьшается до фоновых значений. Наиболее длительное время высокие концентрации загрязняющих веществ наблюдаются в районе Одесского залива.

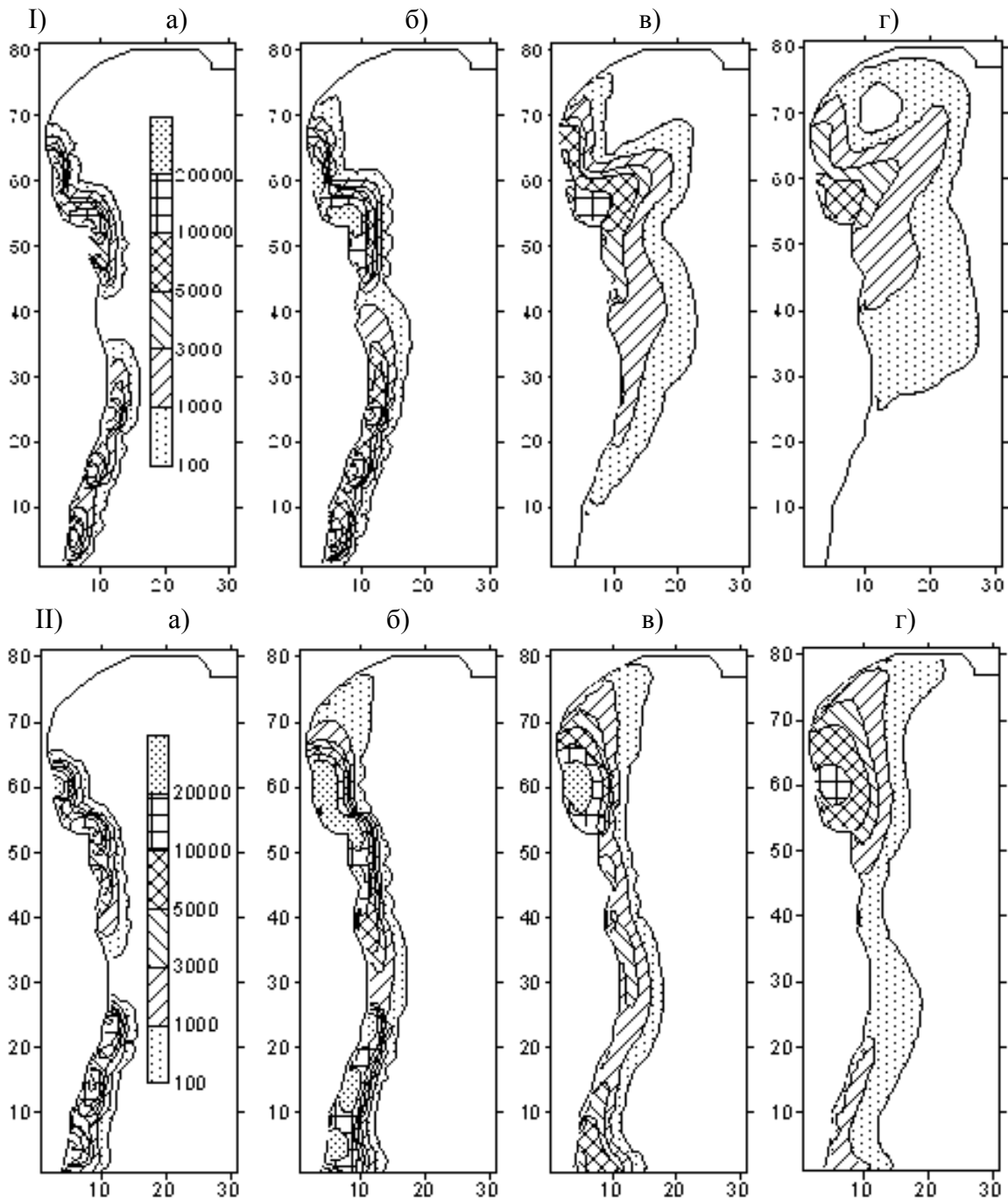


Рисунок 1 – Рассчитанные по модели самоочищения вод превышения фоновых концентраций коли-индекса, в кл/л, через 3 суток после начала (и 1,5 суток после окончания) (а), 3,5 (б), 4 (в) и 5 суток (г) после начала стока ливневых вод в прибрежную зону моря, при юго-восточном (I) и северо-западном (II) ветрах силой 5 м/с.

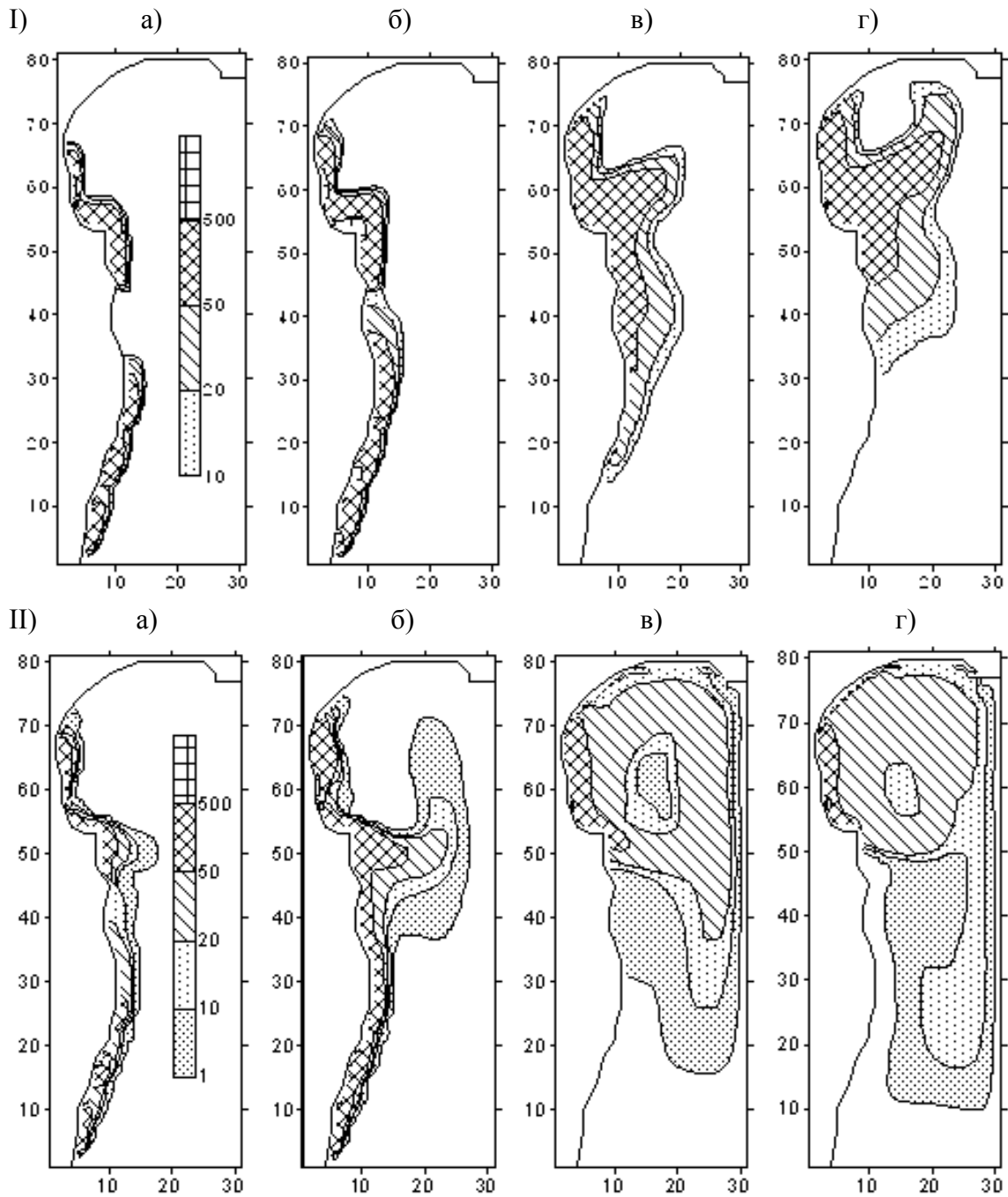


Рисунок 2 – Рассчитанные по модели самоочищения вод превышения фоновых концентраций нефтепродуктов, в мкг/л, через 3 суток после начала (и 1,5 суток после окончания) (а), 3,5 (б), 4 (в) и 5 суток (г) после начала стока ливневых вод в прибрежную зону моря, при юго-восточном ветре силой 5 м/с (I) и 10 м/с (II).

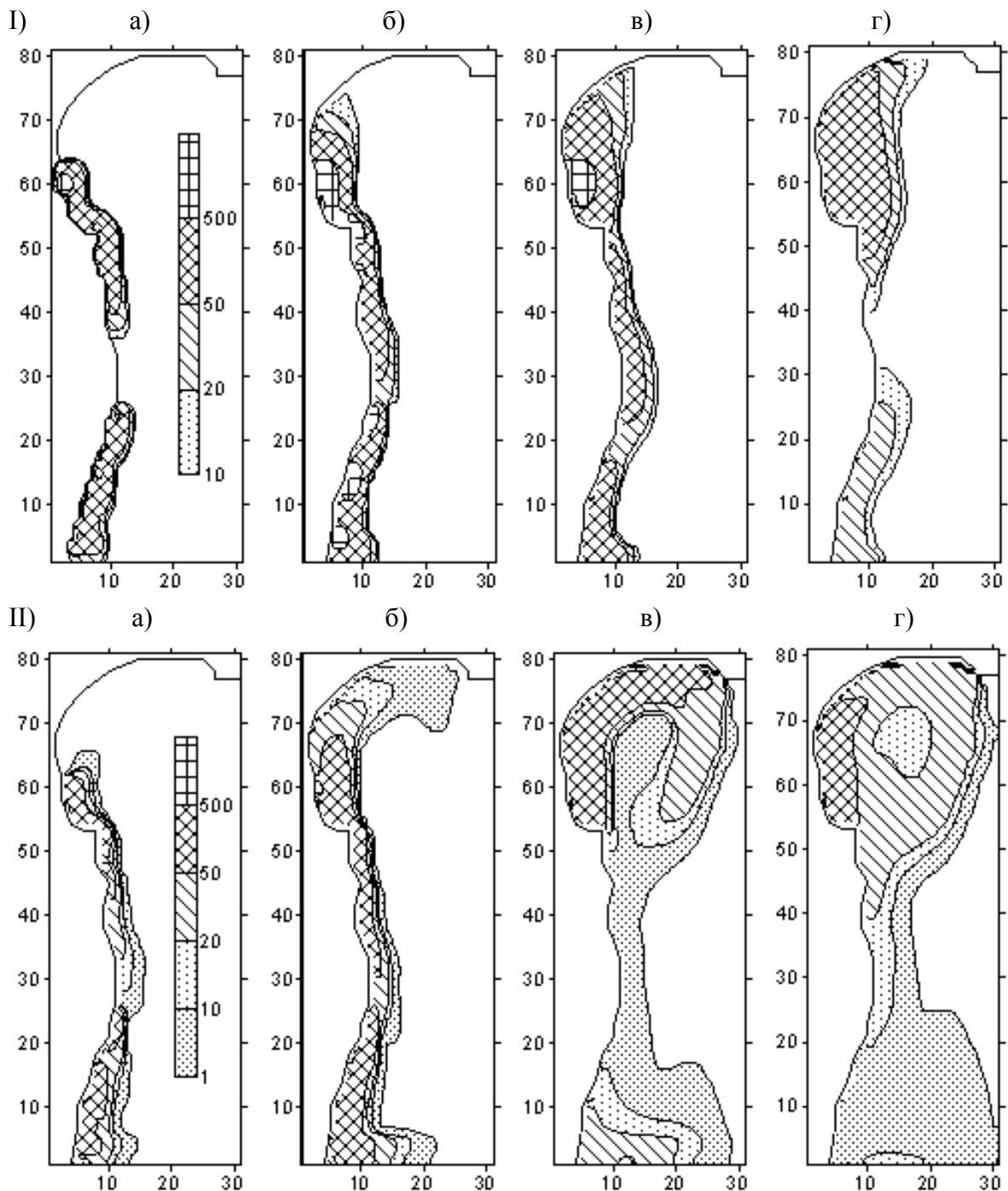


Рисунок 3 – Рассчитанные по модели самоочищения вод превышения фоновых концентраций нефтепродуктов, в мкг/л, через 3 суток после начала (и 1,5 суток после окончания) (а), 3,5 (б), 4 (в) и 5 суток (г) после начала стока ливневых вод в прибрежную зону моря, при северо-западном ветре силой 5 м/с (I) и 10 м/с (II).



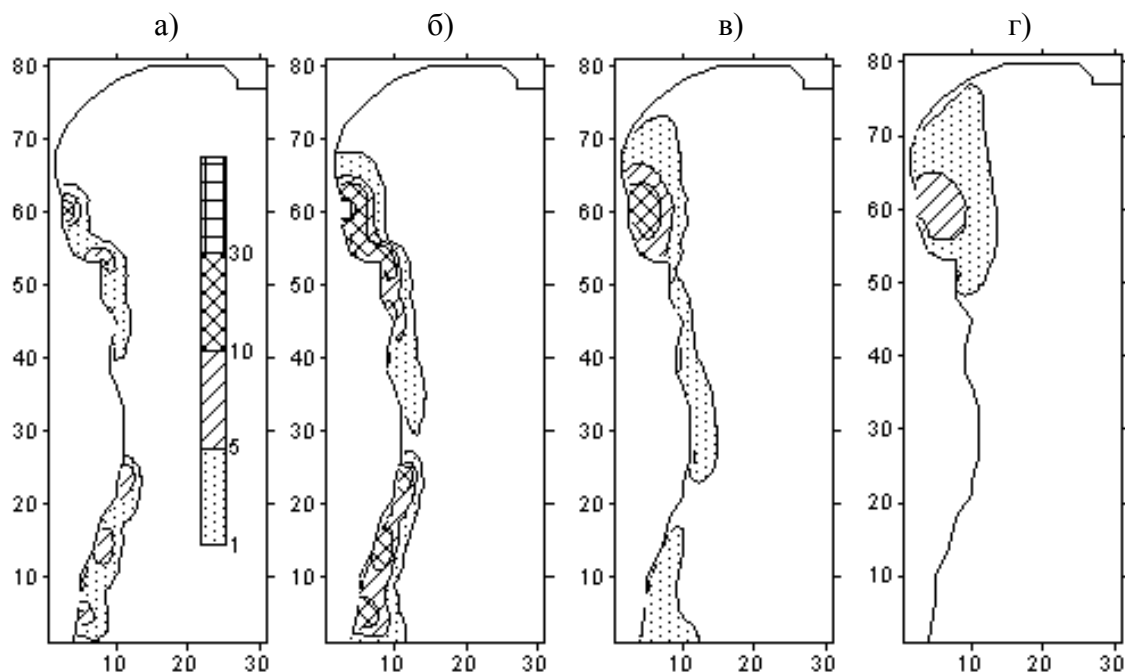


Рисунок 4 – Рассчитанные по модели самоочищения вод превышения фоновых концентраций СПАВ, в мкг/л, через 3 суток после начала (и 1,5 суток после окончания) (а), 3,5 (б), 4 (в) и 5 суток (г) после начала стока ливневых вод в прибрежную зону моря, при северо-западном ветре силой 5 м/с.

Уровень и масштабы загрязнения вод прибрежной зоны зависят от скорости и направления ветра. Так, при ветре силой 10 м/с за счет интенсификации процессов гидродинамического разбавления загрязненных вод концентрация загрязняющих веществ в водах прибрежной зоны убывает быстрее, однако пространственный масштаб загрязнения морских вод увеличивается по сравнению с ветром силой 5 м/с.

Моделирование загрязнения вод прибрежной зоны СПАВ, поступающими с ливневым стоком, показало (рис. 4), что в отличие от предыдущих случаев прибавка к фоновому уровню загрязнения морских вод исследуемой акватории не превысит 30 % от ПДК при ветре силой 5 м/с и 10 % - при ветре силой 10 м/с. Объясняется это тем, что концентрация СПАВ в сточных водах лишь в 5 раз превышает ПДК, в то время как для коли-индекса и нефтепродуктов эти величины отличаются на несколько порядков.

Расчеты влияния ливневого стока на продукцию органического вещества фитопланктоном выполнялись для условий того же ливня, что и в задаче самоочищения вод от ЗВ, описанной ранее. Из рис. 5 следует, что в результате поступления биогенных веществ с ливневыми стоками валовая первичная продукция фитопланктона в первые сутки после окончания дождя возрастет в прибрежной зоне Одесского района от 5 до 45 %. Максимумы роста продукции органического вещества соответствуют местоположению основных ливневыпусков. В течение суток происходит интенсивное разбавление поступающих ливневых вод, в результате чего во вторые сутки влияние ливневых стоков на первичную продукцию фитопланктона (при условии, что поступающие биогенные вещества не были утилизированы фитопланктоном в первые сутки) сказывается лишь в Одесском заливе.

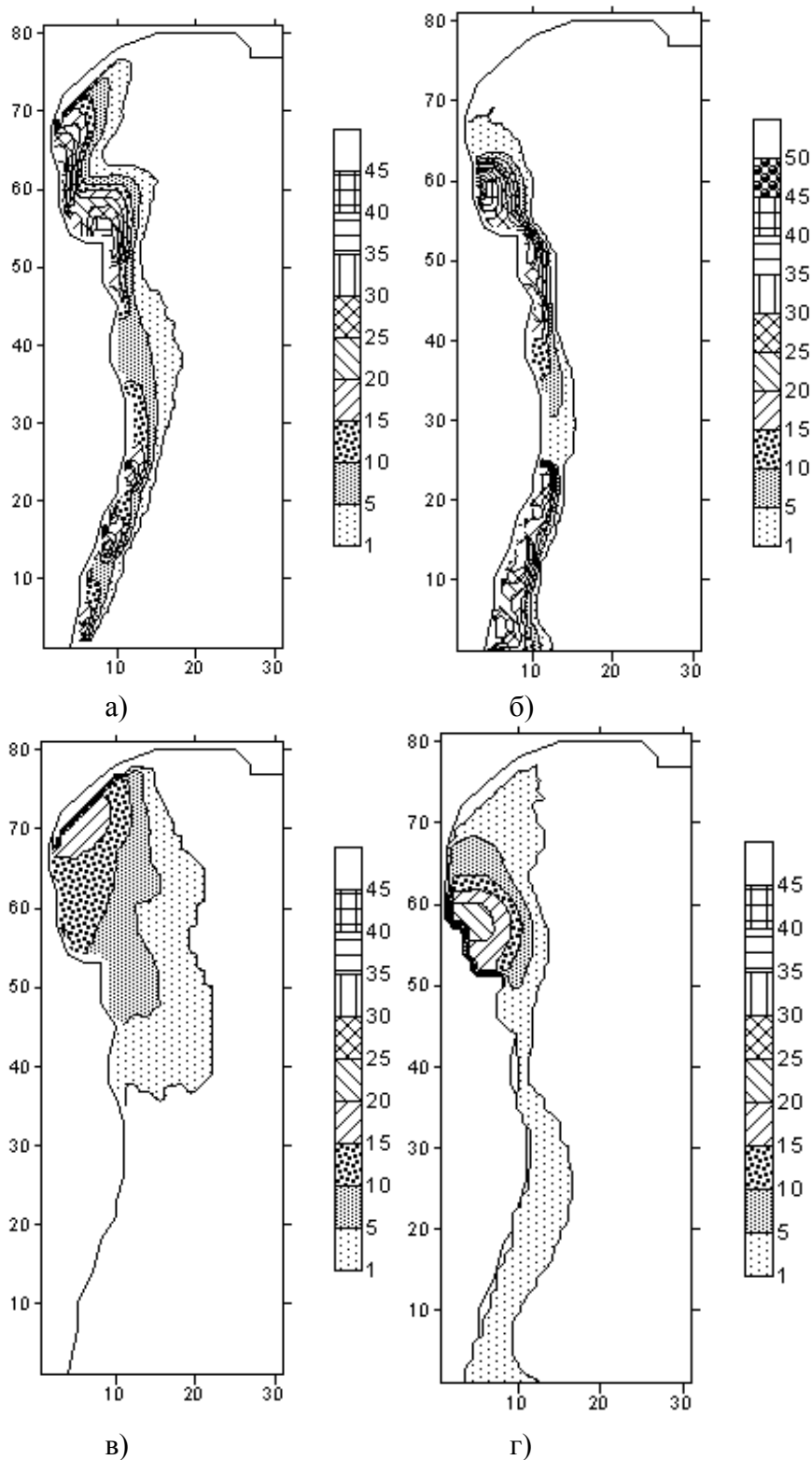


Рисунок 5 – Относительное изменение (в %) суточной валовой первичной продукции фитопланктона при поступлении ливневых стоков в первые (а,б) и вторые (в, г) сутки после дождя при южном (а, в) и северо-западном (б, г) ветрах силой 5 м/с.

**Оценки экономического ущерба.** Согласно ст. 70 Водного кодекса Украины сброс любых сточных вод в водные объекты допускается только при условии наличия нормативов предельно допустимых концентраций и установленных нормативов предельно допустимого сброса загрязняющих веществ. В случае отсутствия

установленных норм предельно допустимого сброса согласно ст. 29 Водного кодекса Украины предусматривается возмещение ущерба, причиненного водным объектам.

Поскольку сброс ливневых сточных вод не нормируется, то его можно рассматривать как самовольный сброс возвратных вод, для которых не установлены нормы предельно допустимого сброса вредных веществ. Оценка экономического ущерба, причиненного государству вследствие несанкционированного сброса ливневых стоков в прибрежную зону моря проводилась в соответствии с методикой [12], учитывающей только количество загрязняющих веществ, поступивших за определенный период времени в водный объект.

При определении размеров ущерба использовались значения концентраций ЗВ, приведенные в [3]. Размер возмещения ущерба причиненного государству вследствие несанкционированного сброса ливневого стока в морскую среду для рассмотренного дождя составил 155368 грн.

Для сравнения размеров возмещения ущерба были рассмотрены некоторые случаи выпадения осадков в 2004 г. Полученные оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Размер возмещения ущерба, причиненного государству вследствие несанкционированного сброса ливневого стока в морскую среду

Рассмотренный дождь	Расход ливневого стока, м <sup>3</sup> /с	Продолжительность дождя, ч.	Размер возмещения ущерба, грн
26 июня 2004 г.	15,88	3 час. 40 мин.	12 132
10 июля 2004 г.	34,58	3 час. 25 мин.	24 617
24 августа 2004 г.	6,33	10 час. 52 мин.	14 332

Как видно из представленной таблицы, размер ущерба, причиненного государству вследствие несанкционированного сброса ливневого стока в прибрежную зону моря, в каждом конкретном случае зависит от продолжительности и интенсивности дождя и составляет от 155,4 до 12,1 тыс. грн.

Однако следует отметить, что все общепринятые методики оценки ущерба, включая использованную в этой работе, не учитывают пространственно-временные масштабы загрязнения акватории моря, которые определяются не только величиной сброса, но и интенсивностью разбавления сточных вод и следовательно являются весьма приближенными.

**Выводы:** Модельные расчеты показали, что ливневые стоки существенно ухудшают качество вод прибрежной рекреационной зоны Одесского побережья. Их влияние на качество прибрежных морских вод сохраняется на протяжении 6 – 7 суток после выпадения интенсивных осадков. Пространственно-временные масштабы загрязнения морской акватории определяются интенсивностью ливня и ветровыми условиями. Валовая первичная продукция фитопланктона в первые сутки после окончания дождя может возрасти на 5 - 45 %.

Размер ущерба, причиненного морской среде вследствие сброса неочищенных ливневых вод, зависит от количества выпавших осадков, однако при его расчете по общепринятым методикам не учитываются пространственно-временные масштабы загрязнения исследуемой акватории, что не дает возможности в полной степени оценить ущерб, причиненный рекреационным ресурсам прибрежной морской зоны города.

В качестве возможных вариантов уменьшения влияния ливневых стоков на качество морских вод в прибрежной зоне г. Одессы можно предложить следующие мероприятия.

1. Вывести все ливневые выпуски, прилегающие к центральной части города, в море до изобаты 10 м, что позволит увеличить кратность начального разбавления ливневых вод.
2. Закрыть ливневые выпуски из центральной части города. В районе СБО «Северная» устроить дополнительный накопительный резервуар, который позволит собирать ливневые стоки и постепенно подавать эти стоки на очистные сооружения в объемах, соответствующих резервной мощности этих сооружений.
3. Вся городскую систему ливневой канализации объединить в отдельный коллектор с выходом в глубокую часть Одесского залива.

### Список литературы

1. *Климентьев И.И., Бабич И.В.* Санитарно-гигиенические аспекты состояния прибрежной зоны г. Одессы. // Экологические проблемы Черного моря. Сб. научн. ст. – Одесса: ОЦНТИ, 1999. – С. 112 – 116.
2. *Патлатюк Е.Г.* Экологическое состояние Черного моря. // Причорноморський екологічний бюлетень. №2 2001р. – Одеса. 2001. – С. 133 – 135.
3. *Экологическое обоснование удаленных выпусков в море ливневых вод г. Одессы:* Отчет о НИР / ОФ ИнБЮМ АН Украины; шифр темы: 10/89. – Од., 1990. – 172 с.
4. *Экология города:* Учебное пособие. Под ред. Стольберга Ф.В. – К.: Либра, 2000. – С. 112.
5. *Схема ливневой канализации г. Одессы.* Том I. Общая пояснительная записка. / «Укрюжгипрокоммунстрой». Заказ № 5910 – Од., 1991. – 35 с.
6. *Схема развития хозяйственно-бытовой канализации г. Одессы.* / «Укрюжгипрокоммунстрой». Заказ № 4689 – Од., 1980.
7. *Тучковенко Ю.С.* Трехмерная математическая модель качества вод Днепровско-Бугского приустьевоего района северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: НАН Украины, МГИ.– 2005.– Вып. 12.– С. 374 - 391.
8. *Тучковенко Ю.С., Савин П.Т.* Моделирование. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы: абиота / Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.:Наукова думка.- 2006.- С. 102-124.
9. *Процессы самоочищения морских вод от химических загрязнений /* под ред. А.И. симонова. – М.: Гидрометеоздат, труды ГОИН.– 1983.– Вып.167. – 152 с.
10. *Mancini J.J.* Numerical Estimation of Coliform Mortality Rates under Varrious Conditions // Journal of Water Pollution Control Federation.-1978.- Vol.50 - P. 2477.
11. *Родзиллер И.Д.* Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод.– М.: Стройиздат, 1984.– 263 с.
12. *Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів.* Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 18.05.1995 р. №37 // Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища. Т. 3. – Чернівці: Зелена Буковина, 1996. – С. 155 – 167.

#### **Вплив зливого стоку на якість вод прибережної зони м. Одеси. Тучковенко Ю.С., Сапко О.Ю.**

*Наведено характеристику зливових стоків м. Одеси. За допомогою числової моделі самоочищення отримані оцінки просторово-часових масштабів забруднення вод прибережної зони міста зливовими стоками. Визначено економічний збиток, який завдається ними навколишньому середовищу.*

*Ключові слова:* Чорне море, Одеський район, зливі стоки, забруднення морських вод.

#### **Influence of the shower drain on quality of waters in the coastal zone of Odessa. Tuchkovenko Y. S., Sapko O.Y.**

*The characteristic of shower drains from Odessa is given. With the help of numerical model of selfpurification estimations spatially - temporary scales of water contamination by shower drains in coastal zone of city are received. The economic damage plotted by them to environment is determined.*

*Key words:* Black Sea, Odessa area, shower drains, pollution of sea waters.