

- N.I. Brinton, D.E. Kite, – Environ. Sci and Technol. – 1989. – Vol. 20, № 5. – P. 502–508.
4. Kukkonen, J. Effects of aquatic humus on accumulation and asute toxicity of some organic micropollutants / J. Kukkonen, A. Oikari. – Sci. Total Environ. – 1987, № 62. – P. 399–402.
5. Головач, А.П. Спектроскопические методы в исследованиях природных вод / А.П. Головач – Вестник БрГТУ. – 2004. – № 2 (26): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С. 71–76.
6. Карабашев Г.С. Флюоресценция в океане. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 200 с.
7. Кондратьев, К.Я. Дистанционный метод определения концентраций растворенных органических веществ в водных экосистемах: докл. АН СССР / К.Я. Кондратьев, А.А. Гительсон, Г.А. Дубовицкий – 1987. – Т. 295. – № 3. – С. 569–571.
8. Роль фракционирования при изучении фотохимических свойств гумусовых веществ / К. Ришар и [др.]. – Рос. хим. журн. – 2008. – Т. LII, №1. – С. 107–113.
9. Караушев А.В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 80 с.

Материал поступил в редакцию 04.03.10

GOLOVACH A.P. Fluorescent of the characteristic humic acids of superficial natural waters

On the basis of the data of research of fluorescent characteristics of humic acids the conclusion about an opportunity of use of a fluorescent signal for quantitative measurements of humic acids in superficial natural waters is made. The role of fluorescent characteristics of isolated fractions of fulvic acids is analysed. It is investigated influences of some of the most widespread polluting substances of an anthropogenous origin on definition of acids by a method.

УДК 502.3+504.02:72

Шведовский П.В.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ПРИРОДНЫХ СИСТЕМАХ

Введение. В настоящее время достаточно полно исследованы особенности распространения большинства негативных процессов, обусловленных реализацией как целевых водохозяйственных и других народнохозяйственных мероприятий, так и их последствием и последствием. Активизирующиеся и активно проявляющиеся в последнее время некоторые негативные изменения в природных системах требуют поиска методов локализационного управления ими.

Бесспорно, наиболее простым решением проблемы является случай локализации области распространения негативных процессов, используя модель одной кривой L , удовлетворяющую следующим условиям:

- $x(0) = C_0$; $x(t) = \omega(x)$; $\omega(x) \in W(x)$;
- $x(\tau) \notin X_\tau$ для любого $\tau \geq 0$;
- существует $\tau > 0$ такое, что $x(\tau) = C_0$, при этом кривая L , определенная вектор-функцией $x(t)$, $0 \leq t \leq \tau$ содержит внутри себя X_0 и $x(t)$ и удовлетворяет заданной ориентации движения процесса;
- для любого $x \in L$ происходит изменение $v(x, \varphi) \equiv 0$.

Для заданных условий C_0 – начало локализации, $\omega(x, \varphi)$ – максимально возможная скорость локализации из заданной точки x в направлении φ .

Отсюда, задача оптимального локализационного управления может быть сформулирована в следующем виде: найти $\min_{L \in \{L\}} F(L)$ при параметрах $\{x_i\}$, C_0 , $W(x)$, где F – некоторый числовой критерий на множестве локализованных кривых $\{L\}$.

Собственно решение этой задачи требует:

- установить существование решения, т.е. вектор-функцию $x(t)$, удовлетворяющую вышеуказанным условиям;
- выделить некоторое подмножество, в котором может содержаться большинство оптимальных, по заданным функциям, решений;
- в выделенном подмножестве найти оптимальное решение.

Шведовский Петр Владимирович, к.т.н., профессор, зав. кафедрой оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

В качестве исходных целесообразно принять следующие параметры: n – число локализационных кривых; $C_0, \dots, C_n$ – начальные точки локализационных кривых; $T_1, \dots, T_n$ – начальные моменты локализации; $W_1(x), \dots, W_n(x)$ – максимально допустимые скорости локализации; $\{G\}$ – множество ориентированных графов с числом вершин n . И, бесспорно, решение проблемы локализационного управления требует принятия критерия оптимизации, в качестве которых могут быть приняты:

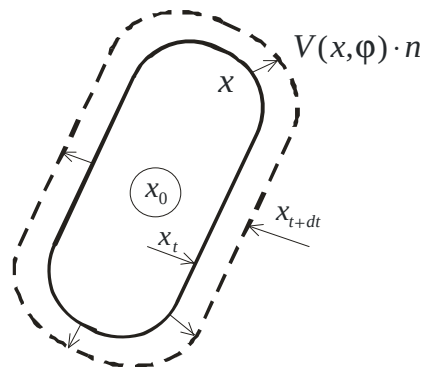
$F_n = \min_{G \in \{G\}} |G|$ – наименьшее число локализационных кривых;

$F_\tau = \min_{L \in \{L\}} \tau(L)$ – наименьшее время локализации;

$F_s = \min_{L \in \{L\}} S(L)$ – наименьшая площадь локализационного процесса.

Особенности поиска границ локализации распространения негативных процессов. Наиболее характерным для большинства процессов распространения любых веществ и потенциалов является переход по нормали (рис. 1а), что определяет возможность поиска локализационных кривых с контурами равномерно расширяющейся окружности.

а)



б)

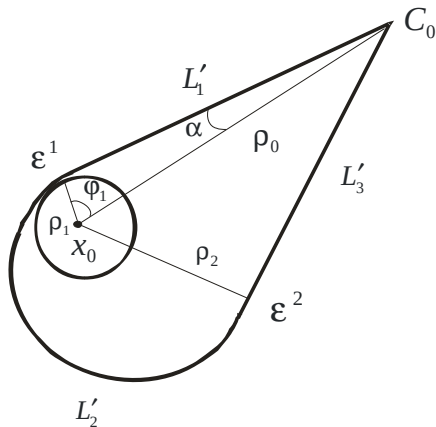


Рис. 1. Схема развития контуров кривых распространения негативных процессов (а) и взаимосвязи основных параметров локализационных кривых (б)

Расчетные параметры для данной схемы принимаем в виде:

$$\rho = \rho(\varphi); \quad \varphi \in [\varphi_1, \varphi_2]; \quad t \in [\tau^1, \tau^2]. \quad (1)$$

Тогда из условия, что для всех t все точки функции соответствующей L'_2 лежат на контуре процесса распространения $Z(x, t) = 0$ имеем:

$$\rho(u) = t \cdot v(u); \quad \frac{\partial Z}{\partial t} + v_u(x, u) \cdot |grad Z| = 0. \quad (2)$$

После соответствующих преобразований получаем дифференциальное уравнение вида:

$$\rho'(u) = \rho(\varphi) \frac{\alpha + \beta \sqrt{\alpha^2 - \beta^2 + 1}}{1 - \beta^2}, \quad (3)$$

$$\text{где } \alpha = \alpha(\varphi) = \frac{v'(\varphi)}{v(\varphi)}; \quad \beta = \beta(\varphi) = \frac{v(\varphi)}{\omega};$$

с решением:

$$\rho(\varphi) = \rho(\varphi_1) \exp \left(\int_{\varphi_1}^{\varphi} f(z) \cdot dz \right) = \rho_1 \cdot I^{F(\varphi)}. \quad (4)$$

Очевидно, что особенности поиска оптимальной локализационной кривой будут связаны с выбором критерия оптимизации.

Для критерия F_n соответственно имеем, что число n заранее не фиксировано. Каждый граф из $\{G\}$ может быть записан в виде схемы следования локализационных кривых:

$$(\delta_1, \dots, \delta_k, \dots) \text{ и } (\delta_1, \dots, \delta_k, \dots, \delta_{n-1}, \dots, \delta_n), \quad (5)$$

где $\delta_i = 1$ соответствует движению по часовой, а $\delta_i = -1$ – против часовой стрелки. Осуществляя индуктивное построение процесса распространения $(Y^S)'$ по определенным значениям ориентации $\delta_{S+1} = 1$ получаем множество точек, лежащих на внешней границе локализационной кривой, принадлежащей множеству $(Y^S)'$, и удовлетворяющей исходным четырем условиям.

Рассмотрим поиск локализационной кривой для случая равномерно-расширяющегося контура проявления негативного процесса. На рис. 2 показаны схемы контуров и границы множеств допустимости $(Y^S)'$ процессов распространения большинства негативных процессов, а также наименьшее число локализационных кривых для сопряженных зон.

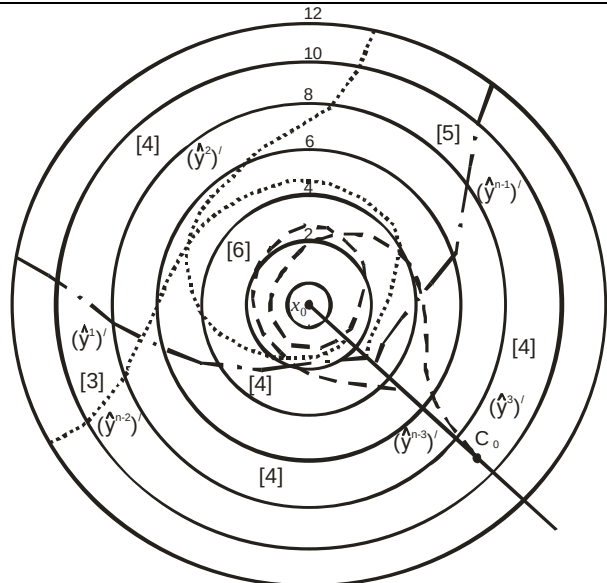


Рис. 2. Контур процесс распространения $x_i = 2, 4, 6, \dots$ и границы множеств допустимости $(Y^S)'$ и $(Y^{n-S})'$ для первой $(1, 1, \dots)$, второй $(-1, -1, \dots)$ и третьей $(1, 1, \dots, -1, -1)$ схем следования и наименьшее число локализационных кривых [3]

Так как $(Y^S)'$ должна включать в себя только те точки, которые могут быть достигнуты при использовании не менее S локализационных кривых $(L_1, L_2, \dots, L_S)$ удовлетворяющих расчетной схеме следования, то оптимальное решение будет определяться достижением условия $C_0 \in (Y^P)'$, где P – число локализационных кривых и

$$P = \min_x (i(x) + j(x), i(C_0), j(C_0)); \quad (6)$$

$$i(C_0) = p_1; \quad j(C_0) = p_2.$$

На рис. 3 представлены локализационные кривые по принятым критериям оптимизации – F_n , F_τ и F_S . Следует отметить, что число локализационных кривых для всех критериев оптимизации может быть от 4 до 6 (рис. 2). Однако это характерно только для типовых схем следования $(1, 1, 1, \dots)$ и $(\dots, -1, -1)$. Для схемы следования $(1, 1, -1)$ число кривых не превышает 3, но для них существует общая обязательная площадь прохождения (на рис. 3 заштрихована).

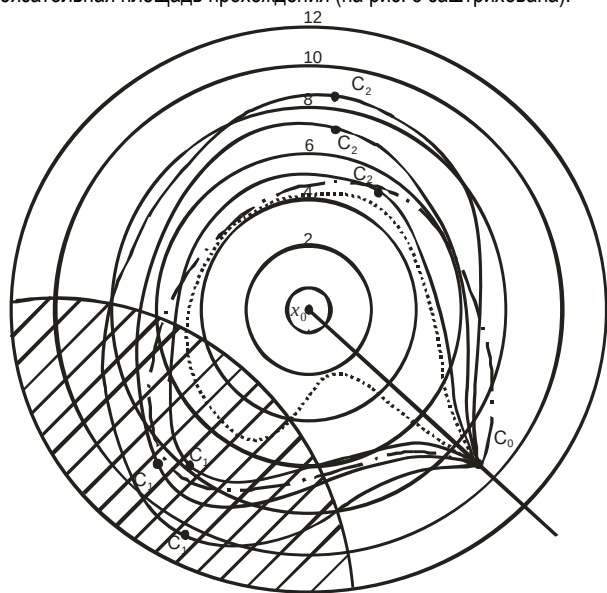


Рис. 3. Локализационные кривые по критериям оптимизации F_n (—), F_τ (---) и F_S (.....)

Для поиска локализационной кривой по критерию наименьшего времени локализации (F_{τ} n фиксировано, схема следования $(\delta_1, \dots, \delta_k, \dots, \delta_n)$) и для всех процессов распространения, введя дополнительные ограничения:

$$\left. \begin{aligned} T_s(x) &\leq \tau \text{ для } \delta_s = 1; \\ T_s(x) &\leq \tau \text{ для } \delta_s = -1. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

целесообразно использовать метод последовательных приближений, положив $\tau^1 = 0$, а $\tau^2 = \max \tau_i$. На рис. 3 показана локализационная кривая F_{τ} для случая $\tau^2 - \tau^1 < 0,5$.

Что касается поиска локализационной кривой по критерию наименьшей площади локализуемого процесса (F_S), то здесь условия по n и схеме следования аналогичны как и для F_{τ} , но траектория поиска должна обладать свойством граничности, т.е. $C_0 \notin \bigcup_{i=1}^{n-1} (V^i)'$ при $C_{n-1} \in (V^{n-1})'$. На рис. 3 показана локализационная кривая по критерию F_S для схемы следования (1,1,1).

Однако следует отметить, что не для всех процессов может быть принята схема распространения по нормали. Распространение некоторых процессов может быть описано только через элементарные источники, т.е. путем построения огибающей к элементарным множествам (рис. 4).

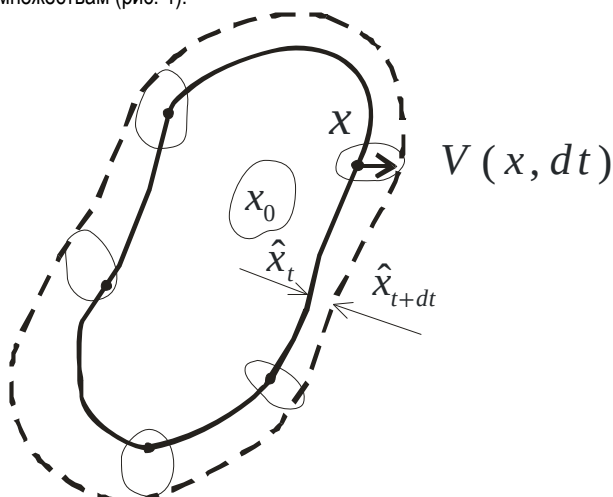


Рис. 4. Схемы развития контуров кривых распространения процессов по огибающим к элементарным множествам

Вместе с тем также следует отметить, что для некоторых процессов локализационная кривая может не удовлетворять условиям замкнутости (рис. 5а), начальная точка может не являться конечной точкой оптимальной локализационной кривой (рис. 5б) или появляется угловая точка связанная с взаимопересечением контуров (рис. 5в).

Преодолеть эти проблемы можно используя метод перехода между точками, позволяющий для любых двух точек плоскости X, Y определяя время перехода в виде

$$T(X, Y) = \min_{L \in \{L(X, Y)\}} T_L(X, Y), \quad (8)$$

где $\{L(X, Y)\}$ – множество гладких кривых, соединяющих точки X, Y .

Поставив в соответствие каждому x множество точек

SHVEDOVSKIY P.V. Features of modeling localization of management of anthropogenous processes in natural systems

The theoretical and practical aspects of modeling localization of management of negative changes in natural systems are given.

The technique of search localization curve as for processes with complete definiteness, and approaches to searches curve for processes with partial or complete uncertainty is offered.

$$v(x, y) = \left\{ y(p(x, y) \leq \frac{1}{\tau(x, y)}) \right\}, \quad (9)$$

методами динамического программирования определяется траектория локализационной кривой для которой выполняется равенство:

$$T(L, x, y) = T(x, y). \quad (10)$$

Результаты эксперимента и их обсуждение. Рассмотрим задачу локализационного управления процессом распространения загрязнения подземных вод локальным источником загрязнения (очистные сооружения животноводческого комплекса в аварийном состоянии). В качестве критерия оптимизации примем наименьшее время локализации (F_{τ}). Условия формирования локализационной кривой – контуры равномерно расширяющейся окружности без граничных условий с переходом процесса по нормали.

$$\text{Имеем: } \tau^1 = \rho_1 = \frac{\rho_0}{1 + \omega^2}; \sin \varphi = \frac{\omega}{\sqrt{1 + \omega^2}}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\omega}, \text{ для}$$

$$\varphi > \varphi_1 \quad \rho(\varphi) = a \cdot e^{\gamma \varphi},$$

$$\text{где } \gamma = \frac{1}{\sqrt{\omega^2 - 1}}; a = \frac{\rho_1}{e^{\gamma \varphi_1}}.$$

Критерий оптимизации определяет необходимость выполнения неравенства:

$$\rho(2\pi) \leq \rho_0.$$

Тогда для $V(x) = 1, \omega = 4, \rho_0 = 10$ соответственно имеем: $\tau^1 = \rho_1 = 2,4; \varphi_1 = 1,33; \alpha = 0,24; \gamma = 0,258; a = 1,74; \tau^2 = \rho(\varphi_2) = 7,7; \varphi_2 = 5,76; \rho_2 = 4,9; \tau' \approx 8,9$.

Расчеты показывают, что для равномерно расширяющегося, со скоростью 1 м/сутки, источника загрязнения при скорости окружения 4 м/сутки локализовать его в зоне шириной до 10 м удастся только на 9 сутки.

Заключение. 1. Разработка алгоритма моделирования локализационного управления негативными процессами в природных системах сегодня достаточно актуальная проблема.

2. Предложенные методы моделирования применимы только в условиях полной определенности.

3. Так как для распространения многих процессов характерны частичная или полная неопределенность, то требуются соответствующие исследования по поиску оптимальных решений в области их локализации и локализационного управления ими.

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Моделирование процессов в природно-экономических условиях // Под ред. В.И.Гурмана и А.И.Москаленко. – Новосибирск: Наука, 1982. – 175 с.
2. Анохин, Ю.А. Некоторые вопросы математического моделирования процессов, циркуляции веществ в природных геофизических средах. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Т. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 147–160.
3. Оптимальное управление природно-экономическими системами // Под ред. В.И.Гурмана. – М.: Наука, 1980. – С. 42–66.
4. Бурлибаев, М.Ж. Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский. – Алматы: Кара-нат, 2003. – 532 с.

Материал поступил в редакцию 15.02.10

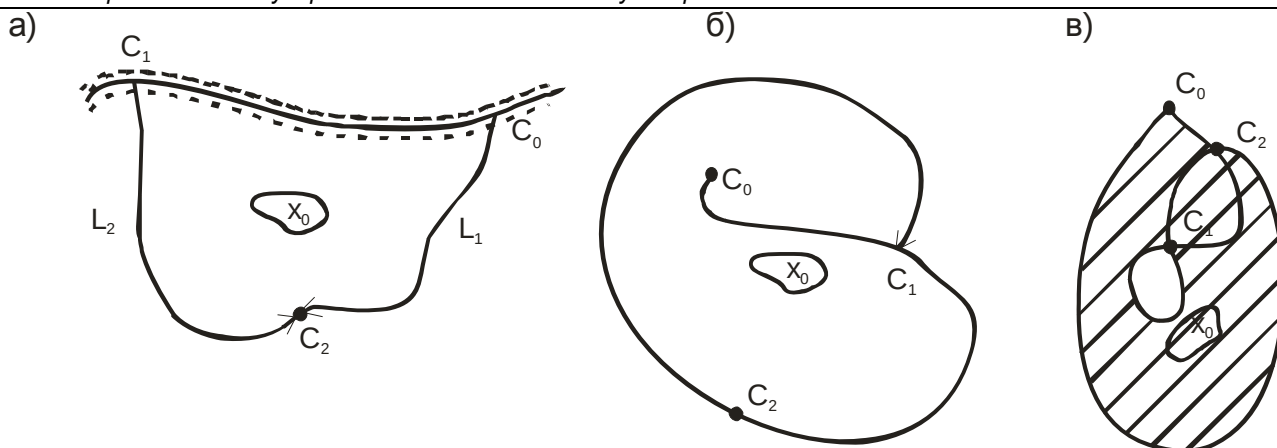


Рис. 5. Особые случаи поиска оптимальных локализационных кривых

УДК 628.316

Житенев Б.Н., Белов С.Г., Наумчик Г.О.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОКРАСКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Введение. Сточные воды текстильных предприятий характеризуются высоким содержанием загрязняющих веществ. Они содержат до 1000 мг/л взвешенных веществ, характеризуются высоким химическим поглощением кислорода (ХПК), которое определяется содержанием органических загрязняющих веществ в коллоидной и растворимой формах. Но одним из самых характерных показателей загрязнения сточных вод текстильных предприятий является их окраска.

Окраска сточных вод при производстве текстильных изделий в основном обуславливается широким применением органических красителей. В зависимости от специализации предприятия окрашиванию в процессе производства подвергаются волокна, ткани, готовые изделия. В процессе колорирования значительная часть красителей (от 10% до 50%) остается в отработанных технологических растворах и в промывных водах, образующихся после промывки окрашенных изделий. В результате окраска сточных вод, отводимых с текстильных предприятий, использующих красители в производственном цикле, может достигать 1:400, 1:500 по степени разбавления. При этом максимально допустимая окраска по степени разбавления бытовых и производственных, сточных вод, сбрасываемых как в городскую водоотводящую сеть, так и в поверхностные водные объекты не должна превышать 1:20.

Синтетические красители, применяемые в настоящее время для колорирования текстильных материалов, являются стойкими органическими соединениями, практически не поддающимися биологическому окислению. Поэтому при поступлении в сточные воды данные соединения практически без изменений проходят через сооружения биологической очистки и попадают в поверхностные водные объекты, оказывая отрицательное влияние на их экосистему.

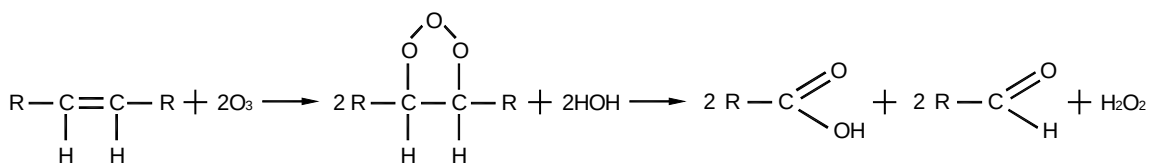
Для разрушения красителей, обуславливающих окраску сточных вод, могут использоваться следующие методы: реагентная коагуляция, электрокоагуляция, сорбция, барометрические методы, деструктивные методы (окисление, восстано-

новление, УФ обработка). Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки и должен использоваться исходя из условий конкретного производства. Однако одним из наиболее универсальных методов является озонирование. В отличие от реагентной и электрокоагуляции, при озонировании не образуются осадков, в отличие от сорбции, при озонировании не образуются отработанные регенерационные растворы: по сравнению с барометрическими методами, озонирование является более надежным и простым в эксплуатации.

Основная ценность озона для удаления загрязнений, в отличие от других окислителей и восстановителей, заключается в его высокой реакционной способности, что позволяет с помощью озонирования разрушать практически все водорастворимые органические соединения. При этом озон проявляет свои высокие окислительные свойства при любых значениях pH. Наиболее энергично озон взаимодействует с ненасыщенными связями [1]:

этиленовой >C=C< , азометиновой >C=N- , азона -N=N- , тиокарбонильной >C=S . Однако с карбонильной связью >C=O , реакция идет не очень активно.

При разработке технологии очистки сточных вод от красителей наибольший интерес представляет реакция с азосвязью, поскольку большинство используемых в легкой промышленности красителей по строению хромофора являются азокрасителями. В литературных источниках указывается, что взаимодействие озона с азосвязями происходит с разрывом двойной связи и образованием промежуточных продуктов присоединения, которые в водной среде мгновенно гидролизуются с окончательным разрывом азосвязи и образованием оксисоединений [1]. Данный механизм реакции в принципе может быть аналогичен взаимодействию озона с этиленовой связью [2]:



Белов Сергей Григорьевич, к.т.н., ст. преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Наумчик Григорий Остапович, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.