

*Чапля Ю.С., ад'юнкт, НУГЗУ,
Соболь А.Н., д-р техн. наук, нач. каф., НУГЗУ,
Волков С.В., канд. психол. наук, зам. нач. фак., НУГЗУ*

МОДЕЛЬ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСТОВ МОНИТОРИНГА ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ

(представлено д-ром техн. наук Лариным А.Н.)

В работе приведена модель рационального размещения постов мониторинга для своевременного обнаружения наводнений, а также рассмотрен подход к построению поверхности, которая описывает уровень подъема воды в пределах заданной области

Ключевые слова: наводнение, рациональное размещение постов мониторинга, модель

Постановка проблемы. На сегодняшний день по повторяемости, площади распространения и убыткам наводнения занимают одно из первых мест среди стихийных бедствий. Особенностью наводнений, как и некоторых других чрезвычайных ситуаций природного характера, является то, что предупредить их практически невозможно. Вместе с тем, своевременное обнаружение развития данных опасных явлений, спланированные, четко и своевременно проведенные мероприятия по ликвидации последствий обеспечивают возможность избежать больших потерь населения и значительно снизить экономический ущерб при чрезвычайных ситуациях, вызванных наводнениями любых видов. Таким образом, существует актуальная научно-прикладная проблема своевременного обнаружения наводнений с целью снижения негативных последствий данных явлений. Одной из задач, направленных на решение указанной проблемы, является рациональное размещение постов мониторинга для обнаружения наводнений.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ современных публикаций по рассматриваемой проблематике [1-9] позволяет сделать выводы: до настоящего момента не разработаны классификация наводнений по масштабу социального и экологического ущерба, научные основы рационального использования территорий, подверженных затоплению, системная концепция ме-

Модель рационального размещения постов мониторинга
для своевременного обнаружения наводнений

роприятий, которые необходимо осуществить на паводкоопасных территориях в периоды до, во время и после наводнения. Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост урбанизации речных долин, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и увеличению разрушительной силы наводнений, что подтверждает актуальность сформулированной проблемы. Также следует отметить, что анализ литературных источников не выявил разработанных моделей рационального размещения постов мониторинга для своевременного обнаружения наводнений. Постановка задачи предупреждения и ликвидации последствий наводнений гидродинамической чрезвычайной ситуации ландшафтного типа приведена в работе [10].

Постановка задачи и ее решение. Целью данной работы является разработка модели рационального размещения постов мониторинга для своевременного обнаружения наводнений.

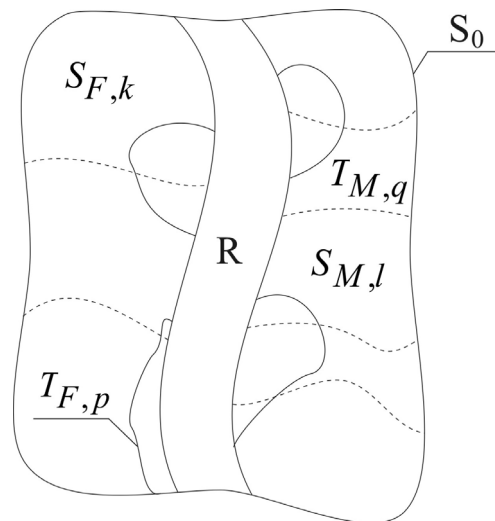


Рис. 1 – Область размещения постов мониторинга

Рассмотрим участок реки R . Обнаружение наводнений на территории S_0 , прилегающей к R (рис. 1), будет проводиться при помощи стационарных автоматических постов мониторинга $F_{R,i}$, $i = 1, \dots, N'$, а также при помощи передвижных постов мониторинга $M_{R,j}$, $j = 1, \dots, N''$. Следует отметить, что территория S_0 состоит из областей допустимых размещений постов мониторинга $S_{F,k}$, $k = 1, \dots, N_F$, $S_{M,l}$, $l = 1, \dots, N_M$, а также из областей запрета на размещение $T_{F,p}$, $p = 1, \dots, N'_F$, $T_{M,q}$, $q = 1, \dots, N'_M$. Иначе говоря

$$\left(\bigcup_{k=1}^{N_F} S_{F,k} \right) \cup \left(\bigcup_{p=1}^{N'_F} T_{F,p} \right) = S_0; \quad (1)$$

$$\left(\bigcup_{l=1}^{N_M} S_{M,l} \right) \cup \left(\bigcup_{q=1}^{N'_M} T_{M,q} \right) = S_0. \quad (2)$$

Также необходимо учитывать, что в общем случае

$$\left(\bigcup_{k=1}^{N_F} S_{F,k} \right) \cap \left(\bigcup_{l=1}^{N_M} S_{M,l} \right) \neq \emptyset; \quad (3)$$

$$\left(\bigcup_{k=1}^{N_F} S_{F,k} \right) \cup \left(\bigcup_{l=1}^{N_M} S_{M,l} \right) \neq S_0; \quad (4)$$

$$\left(\bigcup_{p=1}^{N'_F} T_{F,p} \right) \cap \left(\bigcup_{q=1}^{N'_M} T_{M,q} \right) \neq \emptyset; \quad (5)$$

$$\left(\bigcup_{p=1}^{N'_F} T_{F,p} \right) \cup \left(\bigcup_{q=1}^{N'_M} T_{M,q} \right) \neq S_0. \quad (6)$$

Пусть задано множество «сценариев» развития наводнений (имеющаяся статистическая информация), которые представим в виде функций, которые описывают уровень подъема воды в пределах S_0

$$W_r = W_r(x, y); \quad r = 1, \dots, N_r; \quad (7)$$

где N_r - количество «сценариев».

Таким образом, необходимо определить минимальное количество постов мониторинга $N = N' + N''$, которые обеспечат адекватное описание «сценариев» развития наводнений. Следовательно, модель рационального размещения постов мониторинга будет иметь следующий вид

$$\min_Z N, \quad (8)$$

где Z

$$F_{R,i}(x_i, y_i) \in S_{F,k}; F_{R,i}(x_i, y_i) \notin T_{F,p}; \quad (9)$$

$$i = 1, \dots, N'; k = 1, \dots, N_F; p = 1, \dots, N'_F;$$

$$M_{R,j}(x_j, y_j) \in S_{M,l}; M_{R,j}(x_j, y_j) \in T_{M,q}; \quad (10)$$

$$j = 1, \dots, N''; l = 1, \dots, N_M; q = 1, \dots, N'_M;$$

$$\forall (x, y) \in S_0: |W'_r(x, y) - W_r(x, y)| \rightarrow \min; r = 1, \dots, N_r; \quad (11)$$

$$Q \left(\sum_{i=1}^{N'} F_{R,i} + \sum_{i=1}^{N''} M_{R,j} \right) \leq Q^*. \quad (12)$$

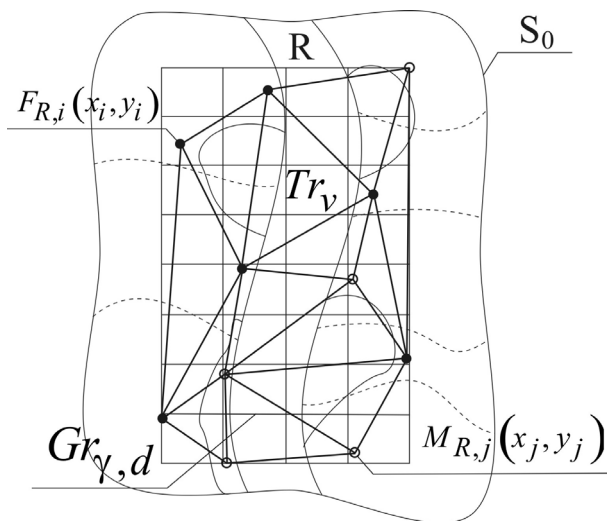


Рис. 2 – Формирование регулярной сети для построения поверхности $W'_r(x, y)$

Следует отметить, что в модели (8-12) $W'_r(x, y)$ - функции, которые описывают уровень подъема воды и построенные по информации от постов мониторинга; $Q(\cdot)$ - функция, позволяющая определить стоимость содержания автоматических и передвижных постов мониторинга; Q^* - выделяемые ресурсы на содержание постов мониторинга.

Очевидно, что в результате решения задачи сеть постов мониторинга, в общем случае, будет нерегулярной. В связи с этим, предлагается следующий подход к построению поверхности $W'_r(x, y)$, описывающей уровень подъема воды в пределах S_0 и удовлетворяющей условию (11).

Прежде всего, используя триангуляцию Делоне [11], формируется треугольная сеть постов мониторинга (рис. 2).

Затем, через вершины треугольников Tr_v , $v = 1, 2, \dots$, проводятся плоскости $A_v x + B_v y + C_v z + D_v = 0$. Для формирования гладкой поверхности $W'_r(x, y)$ необходимо преобразовать нерегулярную треугольную сеть в регулярную прямоугольную Gr_γ . Значения в узлах данной сети определяются из вышеприведенных уравнений плоскостей. Уменьшение габаритов ячеек регулярной сети $Gr_{\gamma, d}$, $d = 1, 2, \dots$, осуществляется до тех пор, пока не будет выполнено условие

$$\forall (x, y) \in Gr_\gamma: \Delta = \frac{|W'_{r, \gamma}(x, y) - W'_{r, \gamma-1}(x, y)|}{W'_{r, \gamma-1}(x, y)} \leq \varepsilon, \quad (13)$$

где Gr_γ - текущая сеть; $W'_{r, \gamma}(x, y)$ - поверхность, построенная при помощи сети Gr_γ ; $W'_{r, \gamma-1}(x, y)$ - поверхность, построенная при помощи сети $Gr_{\gamma-1}$; ε - заданная погрешность.

Таким образом, если построенная поверхность $W'_r(x, y)$ удовлетворяет условию (11), то данное размещение постов мониторинга является допустимым. В противном случае, выполняется перестроение сети постов мониторинга с учетом ограничений (9-12).

Выводы. В данной работе приведена модель рационального размещения автоматических и передвижных постов мониторинга для своевременного обнаружения наводнений, а также разработан подход к построению поверхности, которая описывает уровень подъема воды в пределах заданной области. Дальнейшие исследования будут направлены на создание метода решения задачи своевременного обнаружения наводнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А.Б. Наводнения / А.Б. Авакян,, А.А.Полюшкин,. - М.: Знание, 1989. - 46 с.
2. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века / В.И. Осипов // Вестн. РАН. - 2001. - № 4. - С. 291-302.
3. Авакян А.Б. Природные и антропогенные причины наводнений. / Авакян А.Б. // Основы Безопасности Жизнедеятельности. - 2001. - № 9. - С. 22-27.
4. Коронкевич Н.И. Катастрофические затопления / Н.И. Коронкевич, Л.К. Малик, Е.А. Барабанова // Военные знания (библиотечка «ВЗ»). – 1998. - №10. – С. 34-42.
5. Субботин А.С. Основы гидротехники / А.С. Субботин. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 368 с.
6. Инженерное обеспечение предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций при наводнениях (Учебное пособие) / [Тарабаев Ю.Н., Зотов Ю.М., Чагаев В.П., Шульгин В.Н.]. – Новогорск: Академия гражданской защиты МЧС России, 2000. – 242 с.
7. Кочетков К.Е. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Кн. 1. / К.Е. Кочетков, В.А. Котляревский, А.В. Забегаев. М.: Изд-во Ассоциации строительных ВУЗов, 1995. – 168 с.
8. Калустян Э.С. Статистика и причины аварий плотин / Э.С. Калустян // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - №3. – 1997. – С. 12-18.
9. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах / Р.А. Нежиховский. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 184 с.
10. Чапля Ю.С. Постановка задачи предупреждения и ликвидации последствий гидродинамической чрезвычайной ситуации ландшафтного типа / Ю.С. Чапля, А.Н. Соболев // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. Вип. 15 – Харків: НУЦЗУ, 2012. – С. 213-224.
11. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
nuczu.edu.ua

Чапля Ю.С., Соболев О.М., Волков С.В.

Модель рационального размещения постів моніторингу для своєчасного виявлення повеней

В роботі наведена модель раціонального розміщення постів моніторингу для своєчасного виявлення повеней, а також розглянуто підхід до побудови поверхні, що описує рівень підйому води в межах заданої області

Ключові слова: повинь, раціональне розміщення постів моніторингу, модель

Chaplya Yu.S., Sobol A.N., Volkov S.V.

The model of rational placement of monitoring posts for timely discovering the floods

In this paper the model of rational placement of monitoring posts for timely discovering the floods is given. Also, the method of construction surface for describing level of growth water in frontiers of area is shown.

Key words: flood, rational placement of monitoring posts, model

УДК 504.5:665.6

*Чуб И.А., д-р техн. наук, нач. каф., НУГЗУ,
Неронов А.А., нач. отделения, НУГЗУ*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ НЕФТИ ПРИ АВАРИЯХ
НА ТРУБОПРОВОДАХ**

(представлено д-ром техн. наук Соловьем В.В.)

Определяется зависимость потерь на фильтрацию в грунт при аварийном разливе нефти с различными значениями ее вязкости

Ключевые слова: аварийный разлив нефти, потери нефти на фильтрацию в грунт, вязкость нефти

Постановка проблемы. Чрезвычайные ситуации (ЧС), связанных с аварийными разливами нефти (АРН), приводят, как правило, к тяжелым экологическим последствиям и значительным экономическим потерям. Успешной ликвидации таких ЧС препятствует недостаточная разработка эффективных методов оценки параметров АРН и расчета ущерба от них. Решение указанных проблем возможно на основе применения математического моделирования и современных информационных технологий. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на разработку математических моделей зоны загрязнения с учетом особенностей подстилающей поверхности, а также потерь нефти в зависимости от ее вязкости и свойств грунтов.