

Коданова Шынар Кулмаганбетовна

канд. техн. наук, доцент

Жанбирова Гульмира Ариновна

старший преподаватель

Завьялова Галия Ислановна

старший преподаватель

Атырауский институт нефти и газа

г. Атырау, Республика Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ НА МОРЕ

Аннотация: авторами формализована и получена математическая постановка задачи оптимизации природоохраных мероприятий при ликвидации нефтезагрязнений на море. В формализованном виде задача сводится к поиску экстремума многопараметрической функции в постановке, осложненной стохастическими ограничениями и целочисленностью аргумента. В качестве минимизируемой функции выбрана стоимость выполнения работ по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: задача, оптимизация природоохраных мероприятий, ликвидация нефтезагрязнений.

В зависимости от выбранной номенклатуры судов и времени выполнения задачи по ликвидации возможного разлива нефти и нефтепродуктов конкретной площади на море, например, на Казахстанском секторе Каспийского моря, стоимость решения задачи будет различной, что позволяет в качестве критерия выбрать стоимость выполнения работ по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на акватории.

Введем следующие обозначения:

– n_i – число теплоходов (нефтеуборщиков) i -го класса, привлекаемых для выполнения задачи по ликвидации последствий аварии;

- $i = 0, 1, 2, \dots, I$ – число рассматриваемых классов теплоходов;
- c_i – стоимость одного часа выполнения работ i -го класса;
- τ_i – время, затраченное теплоходом i -го класса при сборе нефти и нефтепродуктов на пятне:
- s_i – производительность (площадь сбора нефти, нефтепродуктов в течение одного часа) теплохода i -го класса;
- v_i – скорость хода теплохода i -го класса при переходе от места базирования к нефтяному пятну;
- S – площадь нефтяного пятна к моменту прибытия нефтесборщиков;
- L – расстояние от места базирования теплоходов до нефтяного пятна;
- α – заданная граница вероятности решения задачи по сбору нефтепродуктов;
- T – директивное время решения задачи.

Тогда стоимость выполнения работ по ликвидации разливов нефтепродуктов может быть представлена функцией:

$$F(n, c, t) = \sum_{i=1}^I n_i \cdot c_i \cdot t_i \quad (1)$$

$$t_i = \tau_i + \frac{2 \cdot L}{v_i} \quad \text{где} \quad (2)$$

Значение требуемой вероятности, α выполнения задачи по ликвидации последствий аварийного разлива нефтепродуктов может быть вычислена в предположений о равновероятном распределения площади нефтяного пятна:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^I s_i \cdot n_i \cdot \tau_i}{S_{\max}} \quad (3)$$

где S_{\max} – максимальное оценочное значение площади нефтяного пятна.

Тогда условие выполнений задачи может быть определено неравенством:

$$P\left[\sum_{i=1}^I n_i \cdot s_i \cdot t_i \geq S(t_m)\right] \geq \alpha \quad (4)$$

где $S(t_m)$ – значение площади нефтяного пятна к моменту, прибытия нефтесборщиков.

Теперь может быть поставлена задача оптимизации состава сил для ликвидации последствий конкретной аварии.

Среди всех возможных значений вектора $n = (n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_l)$ и всех допустимых значений вектора $t = (t_1, \dots, t_j, \dots, t_l)$ необходимо выбрать такие n^* , t^* , для которых стоимость выполнения работ $F(n, t)$ будет минимальной, при ограничениях, накладываемых на условия выполнения задачи [1].

В формализованном виде задача сводится к задаче поиска экстремума многопараметрической функции в постановке, осложненной стохастическими ограничениями и целочисленностью аргумента n :

$$F(n^*, t^*) = \min_{n, t} F(n, t) \quad (5)$$

или в развернутом, виде:

$$\sum_{i=1}^I n_i^* \cdot c_i \cdot t_i^* = \min_{n, t} \sum_{i=1}^I n_i \cdot c_i \cdot t_i \quad (6)$$

при ограничениях;

$$P\left[\sum_{i=1}^I n_i \cdot s_i \cdot t_i \geq S(t_{nt})\right] \geq \alpha \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^I t_i^* \leq T \quad (8)$$

$$i = 1, 2, \dots, I \quad (9)$$

$$n_i = 0, 1, 2, \dots, N_i \quad (10)$$

$$t_i \geq 0, c_i \geq 0. \quad (11)$$

$$t_i = \tau_i \cdot i \frac{2 \cdot L}{V_i} \quad (12)$$

где N_i – допустимое число теплоходов i -го класса; t_{nt} – время движения к нефтяному пятну самого тихоходного теплохода из номенклатуры судов, вошедших в решение;

Сформулированная постановка задачи не является окончательной в методике определения оптимального состава сил ликвидации последствий аварийных

разливов нефти(нефтепродуктов) и рационального размещения этих сил. В частности, ограничение (7) содержит изменяющееся во времени значение площади нефтяного пятна. Выражение (12) содержит величину L , значение которой зависит от выбранного варианта дислокации теплоходов. Наконец, требуется методика оценки значения (2) площади S_{max} , определяющую степень выполнения задачи по ликвидации нефтяного загрязнения.

Общая и полная постановка задачи на данном этапе представляется излишне громоздкой и может характеризоваться неопределенностью, нечеткостью исходной информации [2], поэтому далее выбран метод последовательного рассмотрения отдельных задач, решение которых необходимо для выбора оптимального варианта номенклатуры и размещения теплоходов в опорных пунктах.

Центральное место среди обозначенных выше задач занимает проблема определения площади нефтяного пятна в зависимости от объема разлива или сброса, времени растекания и свойств нефти и нефтепродукта.

Выводы: По результатам исследования проблем ликвидаций разливов нефти и нефтепродуктов на акватории моря формализована и получена математическая постановка задачи оптимизации природоохранных мероприятий при ликвидации нефтезагрязнений на море. Задача определения рационального состава, сил ликвидации последствий аварии с разливом нефти и нефтепродуктов по водной поверхности в виде задачи оптимизации, определена структура целевой функции и ограничений. В формализованном виде задача сводится к задаче поиска экстремума многопараметрической функции в постановке, осложненной стохастическими ограничениями и цело численностью аргумента. В качестве минимизируемой функции выбрана стоимость выполнения работ по ликвидации разливов нефтепродуктов.

Список литературы

1. Fay J.A. The spread of oil slicks on a calm sea // Oil on the sea. – New York: Plenum Press, 1989. – P. 53–63.
2. Рыков А.С. Системный анализ: Методы многокритериального выбора и нечеткой оптимизации / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев. – М.: Металлург, 1996. – 117 с.
3. Serikov T.P. Dialogue algorithm of optimization of technological object of oil refining in light of the deficiency and illegibility of existing information / T.P. Serikov, K.N. Orazbayeva, B. Kadimova // Int. journal of scientific articles «Science and technology». – №4. – P. 78–82.
4. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. – М.: Экономика, 1984. – 175 с.
5. Саркисян С.А. Теория прогнозирования и принятия решений. – М.: Высшая школа, 1977. – 355 с.