

А.Е. Пластинин, А.Н. Бородин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ВЫБОР РУБЕЖЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Важнейшими задачами при локализации и ликвидации разливов нефти (ЧС(Н)) на водных объектах являются определение рубежей локализации и мест дислокации опорных пунктов.

Определение мест дислокации опорных пунктов осуществляется на стадии прогнозирования потенциального разлива нефти и включает в себя несколько этапов.

На первом этапе, необходимо построить границы зон ЧС(Н). В простейшем случае зона ЧС(Н) будет представлять собой полигональную область (от 4 до 16 вершин) (рис. 1).

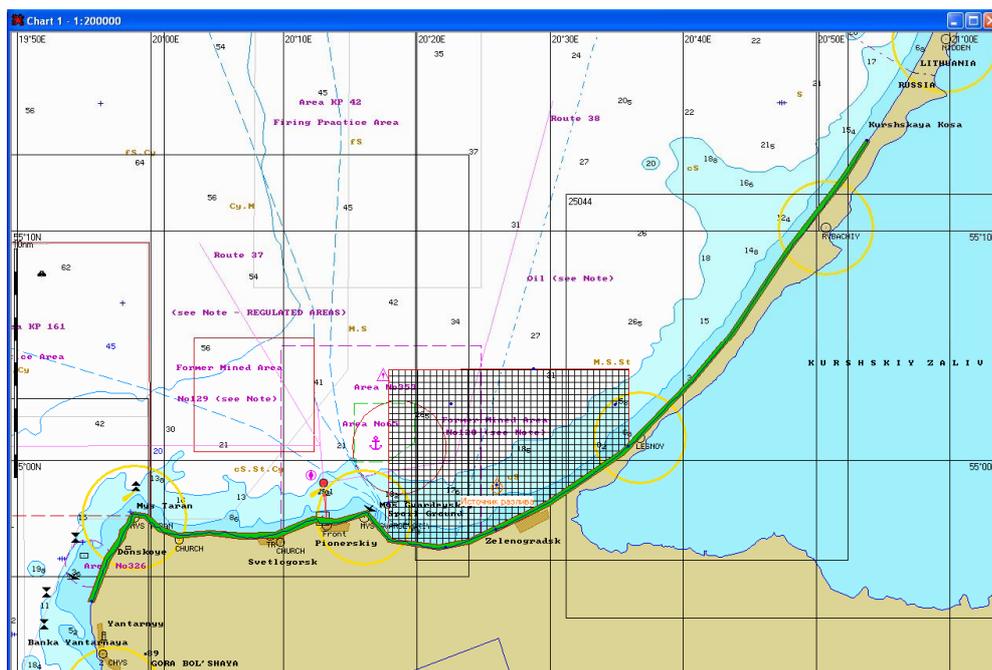


Рис. 1. Зона ЧС(Н)

На втором этапе, необходимо определить участок береговой линии, на котором возможно расположение опорного пункта. Для этого выполняется совместное моделирование разлива нефти и процесса реагирования аварийно-спасательных формирований (АСФ).

В соответствии с [1–3], при выборе расположения опорного пункта, должно выполняться условие:

$$T_{\text{л}} = T_1 + T_2 + T_3 \leq 4 \text{ часов}, \quad (1)$$

где $T_{\text{л}}$ – время локализации разлива нефти, час;

T_1 – время задержки выхода судна из опорного пункта (включает время получения сигнала, оповещение и сбор команды и подготовки судна к выходу), час;

T_2 – время постановки боновых ограждений и другого оборудования для локализации разлива на рубеже, час;

T_3 – время, которое может затратить спасательное судно при движении от места дислокации сил и средств ЛРН до рубежа, час.

$$T_3 = \frac{Sc}{v_c}, \quad (2)$$

где Sc – путь, который пройдет судно от опорного пункта до рубежа локализации, км; v_c – скорость движения судна, км/ч.

Время T_1 не зависит от расположения опорного пункта и зоны ЧС(Н) и может быть принято постоянным.

Время T_2 также не зависит от расположения опорного пункта и зоны ЧС(Н), но зависит от параметров нефтяного загрязнения и способа локализации и определяется следующим образом [4]: для вариационных рядов, где гипотеза о нормальности распределения подтвердилась, целесообразно использовать его характерное свойство, состоящее в том, что 95% всех наблюдений лежат в диапазоне ± 2 стандартное отклонение от среднего; для прочих вариационных рядов вычисляется 95-я перцентиль – такое значение, ниже которого попадают 95% значений переменной.

Поэтому для решения нашей задачи необходимо определить время T_3 . Время T_3 максимально, когда Sc максимально (расстояние от опорного пункта до дальней точки границы зоны ЧС(Н), т.е. вершины ОВЗ).

Предварительно определяем участок береговой линии, на которой возможно расположение опорного пункта.

Для этого необходимо выбрать точку на береговой линии, которая ближе всех расположена к границам зоны ЧС(Н). В нашем случае это точка, которая имеет равное расстояние до двух самых удаленных вершин зоны ЧС(Н) (см. рис. 1).

Ближайший к этой точке принимаем потенциально возможный опорный пункт (ОП_{*i*}), в качестве которого могут выступать порты, причалы, пристани и др. объекты, проверяется на выполнение условия (1). Если условие выполняется, то на этом берегу объекте может быть размещен опорный пункт, поэтому переходим к следующим опорным пунктам ОП_{*i+1*} в одну сторону по береговой линии и ОП_{*i-1*} в другую сторону, до тех пор, пока выполняется условие (1). В результате этого будет получен участок береговой линии от крайнего левого до крайнего правого возможного расположения опорного пункта, который подходит для размещения опорного пункта (см. рис. 1)

Решение задачи определения рубежей локализации осуществляется на стадии оперативного реагирования на разлив нефти.

Очевидно, что рубеж локализации следует располагать, таким образом, чтобы минимизировать ОВЗ (рис. 2). Для этого необходимо построить траекторию движения нефтяного пятна от времени (t). В случае оперативного реагирования на разлив, известны конкретные гидрометеорологические условия для моделирования. На основании этих условий строится траектория движения нефтяного пятна, описываемая функциями, которые имеют вид:

$$(\varphi_{nn}; \lambda_{nn})_t = (\varphi_t + \Delta\varphi_t; \lambda_t + \Delta\lambda_t), \text{ при } t \in [n; n+1]$$

$$\begin{cases} \Delta\varphi_t = \varphi_{t+1} - \varphi_t; \\ \Delta\lambda_t = \lambda_{t+1} - \lambda_t, \end{cases} \quad (3)$$

где $(\varphi_{nn}; \lambda_{nn})$ – широта и долгота пятна в час n .

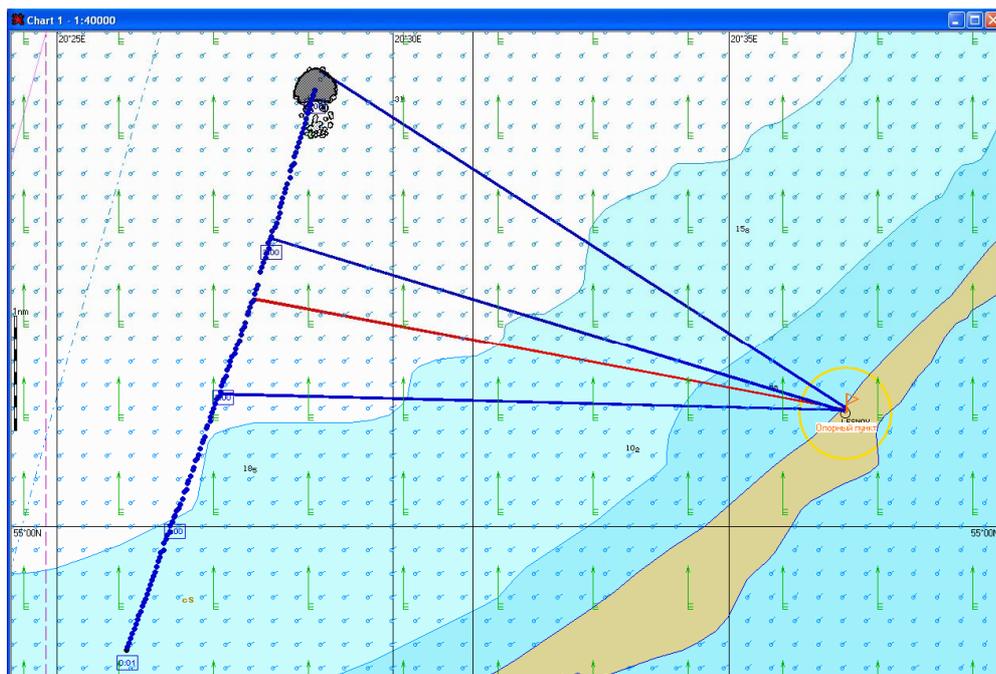


Рис. 2. Выбор рубежа локализации

Теперь необходимо определить участок траектории движения нефтяного пятна, где возможно, расположить рубеж локализации, т.е. это место, в которое успеет прибыть и установить боновые ограждения и другое оборудование для локализации бригада АСФ из ближайшего опорного пункта. С целью уменьшения зоны ЧС(Н), рубеж локализации должен располагаться в месте с наименьшим временем реагирования АСФ. Для нахождения этого времени (T) необходимо решить задачу вариационного исчисления:

$$F = \int_{t_0}^T dt \rightarrow \min, \quad (4)$$

где F – время реагирования АСФ, которое минимизируется – это функционал (функция, которая зависит от той или иной траектории судна). Для решения перебираются разные траектории вида $(\varphi(t), \lambda(t))$ и находится та, время реагирования АСФ до нефтяного пятна по которой минимально, то есть, минимально значение F ;
 $t_0 = T_1 + T_2$ – время задержки выхода судна из опорного пункта и постановки боновых ограждений и другого оборудования для локализации разлива на рубеже;
 при условиях начальной координаты широты и долготы судна:

$$\begin{cases} \varphi(t_0) = \varphi_0; \\ \lambda(t_0) = \lambda_0, \end{cases} \quad (5)$$

Минимально возможное распространение нефтяного пятна будет в момент времени (T):

$$\begin{cases} \varphi(T) = \varphi_{mn}(T); \\ \lambda(T) = \lambda_{mn}(T). \end{cases} \quad (6)$$

Подставляя значения времени (T) в формулу (3), получим координаты (широту и долготу) рубежа локализации.

Список литературы:

- [1] Постановление Правительства Российской Федерации №240 от 15 апреля 2002 г. «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
- [2] Этин В.Л., Лукина Е.А. Методика расчета рубежей локализации и дислокации опорных пунктов ЛАРН, Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2006». Генеральные доклады. Тезисы докладов. Н.Новгород: НГАСУ. – 2006 – С. 202–203.
- [3] Лукина Е.А. Определение положения рубежей локализации при ликвидации разливов нефти объектами судоходства на внутренних водных путях / Е.А. Лукина // Наука и техника транспорта. – 2010. – №3. – С. 25–27.
- [4] Пластинин А.Е. Оценка загрязнения при разливе нефти на водную поверхность / А.Е. Пластинин // Журнал университета водных коммуникаций. – 2013. – №18(2). – С. 129–135.

А.Е. Пластинин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА АКВАТОРИЯХ

Отечественный и международный опыт организации работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) показал необходимость применения современных информационных технологий, в виде тренажеров и программных комплексов, в сфере квалификационной подготовки персонала.

Действительно, современный компьютерный тренинг – это незаменимое средство формирования и закрепления профессиональных навыков, несравнимое со всеми традиционными, включая небезопасные и дорогостоящие тренировки на реальных объектах или их прототипах.

Тренажерная подготовка обеспечивает снижение рисков возникновения ЧС (предупреждение) и сокращение времени на проведение операций по локализации и ликвидации ЧС.

Одним из видов наиболее распространенных, масштабных, быстро протекающих ЧС, имеющих отношение к практически всем объектам народного хозяйства (промышленность, транспорт, энергетика), являются аварийные разливы нефти (ЧС(Н)) [1].

Значительную роль в снижении уровня рисков и уменьшения тяжести последствий ЧС призвана сыграть создаваемая в настоящее время единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС).

В состав РСЧС входит целый ряд функциональных подсистем, в задачи которых входит решение вопросов по ликвидации ЧС(Н), в том числе две подсистемы, имеющие непосредственное отношение к ЧС(Н) при авариях судов: 1) организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в море с судов и объектов независимо от их ведомственной и национальной принадлежности; 2) организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях с судов и объектов морского и речного транспорта.

При этом мероприятием первостепенной важности для обеих подсистем является совершенствование системы подготовки руководителей и специалистов по проблемам