

ОРИГИНАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ОЦЕНКИ АТМОТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Е.С. Карпова*, А.В. Калач, А.И. Ситников**

В статье рассмотрен собственный программный продукт "Risk Nature" для оценки экологического риска в случае аварии на нефтеперерабатывающем предприятии с учетом выбранных загрязняющих веществ и сценариев воздействия. Результаты оценки используются для управления экосистемными рисками и позволяют наиболее точно моделировать и прогнозировать состояние окружающей среды в случае техногенной чрезвычайной ситуации на предприятии.

Ключевые слова: экологический риск, моделирование, геоинформационная система, водные объекты, программа "Risk Nature".

Как важнейший компонент биосферы водные ресурсы имеют глобальное экологическое, экономическое и социальное значение. Они, с одной стороны, возобновляемые, но с другой стороны, их возможности ограничены и они подвержены как количественному, так и качественному изменению под воздействием человека.

Гидросфера является основой для успешного функционирования предприятий с их водопроводно-канализационной системой, гидроэнергетики, водного транспорта, рыбного хозяйства, орошаемого земледелия [1].

Оценка негативных последствий аварий на производственных объектах опирается в первую очередь на ожидаемое число пострадавших в результате воздействия факторов опасности. Так, методика анализа риска аварий на магистральных нефтепроводах включает такие показатели риска, как величина площади разливов нефти и ожидаемый эколого-экономический ущерб, который вычисляется как сумма ежегодных компенсационных выплат за загрязнение окружающей среды [2]. Следует отметить, что показатели риска для окружающей среды, которые бы характеризовали опасность аварийного загрязнения собственно для природных объектов, в нормативных методиках не прописаны.

Отечественные информационные технологии для моделирования, прогнозирования и оценки состояния водных ресурсов, экономических рисков при аварийных выбросах на нефтеперерабатывающем предприятии не отвечают современным требованиям устойчивого управления водными ресурсами охраны окружающей среды и исследований в области глобальных изменений биосферы и климата. В связи с этим существовала необходимость разработки геоинформационной программы для оценки экологического риска, впоследствии загряз-

нения водной среды от нефтеперерабатывающего предприятия с учетом биогенных процессов [2].

Укрупненная оценка ущерба, наносимого негативными факторами техногенной аварии окружающей природной среде (ОПС), может быть выполнена на базе «Временной типовой методики определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» [3,4,5].

Ущерб, наносимый ОПС, Y_{OOC} включает в себя величины экологического ущерба от загрязнения атмосферы, Y_{OOC}^* и загрязнения водных ресурсов, Y_{OOC}^* , т.е.

$$Y_{OOC} = Y_{OOC}^* + Y_{OOC}^*$$

На основе результатов моделирования специализированной геоинформационной программы "Mike she" формула по оценке ущерба загрязнения водных объектов может быть записана в следующем виде:

$$Y_{OOC}^* = \gamma_1 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k A_i a_j m_{v_{ac}} c_n n_p a_a a_i n_{tr}$$

где γ_1 - константа, равная 9 у. е./усл. т.;

A_i - показатель относительной опасности аварийного сброса вредных веществ;

c_n - концентрация загрязняющего вещества (*sz concentration*);

n_p - количество частиц в ячейке (*number of particles*);

a_a - средний возраст всех частиц в ячейке (*average age*);

a_i - среднее время от момента рождения частицы до ее регистрации;

n_{tr} - количество зарегистрированных частиц в ячейке.

Все представленные параметры моделирует и прогнозирует программа "Mike she" для любых видов загрязнителей в водной среде.

С учетом программы "Mike she" и усовершенствованной методики по оценке ущерба ОПС разработана оригинальная программа "Risk Nature",

*Карпова Екатерина Сергеевна – ассистент ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет, e-mail: katarina.karpova@yandex.ru;

Калач Андрей Владимирович – д.х.н., доцент, заместитель начальника ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России по научной работе, e-mail: a_kalach@mail.ru.

**Ситников Александр Иванович, ФГКУ ВПО Воронежский институт МВД России, к.т.н., доцент.

которая учитывает биопроцессы, протекающие в водной среде при аварийном загрязнении нефтью [3,4,5].

Для реализации программы была выбрана среда программирования Microsoft Visual Studio 2010, в состав которой входит компилятор объектно-ориентированного языка высокого уровня С# и интегрированная среда разработчика [6].

Для расчета необходимо сформировать исходный набор данных, выбирая различные параметры для каждой среды. Если исходный текст со-

держит недостаточное количество исходных данных для расчета, то по итогам анализа ущерба окружающей природной среде программа подскажет об этом пользователю.

В верхней части находится главное меню, состоящее из шести подразделов: Создание нового проекта, Загрузка проекта, Сохранение проекта, Создание новой аварии, Расчет ущерба и Интегрирование результатов с учетом Mike she (рис. 1).

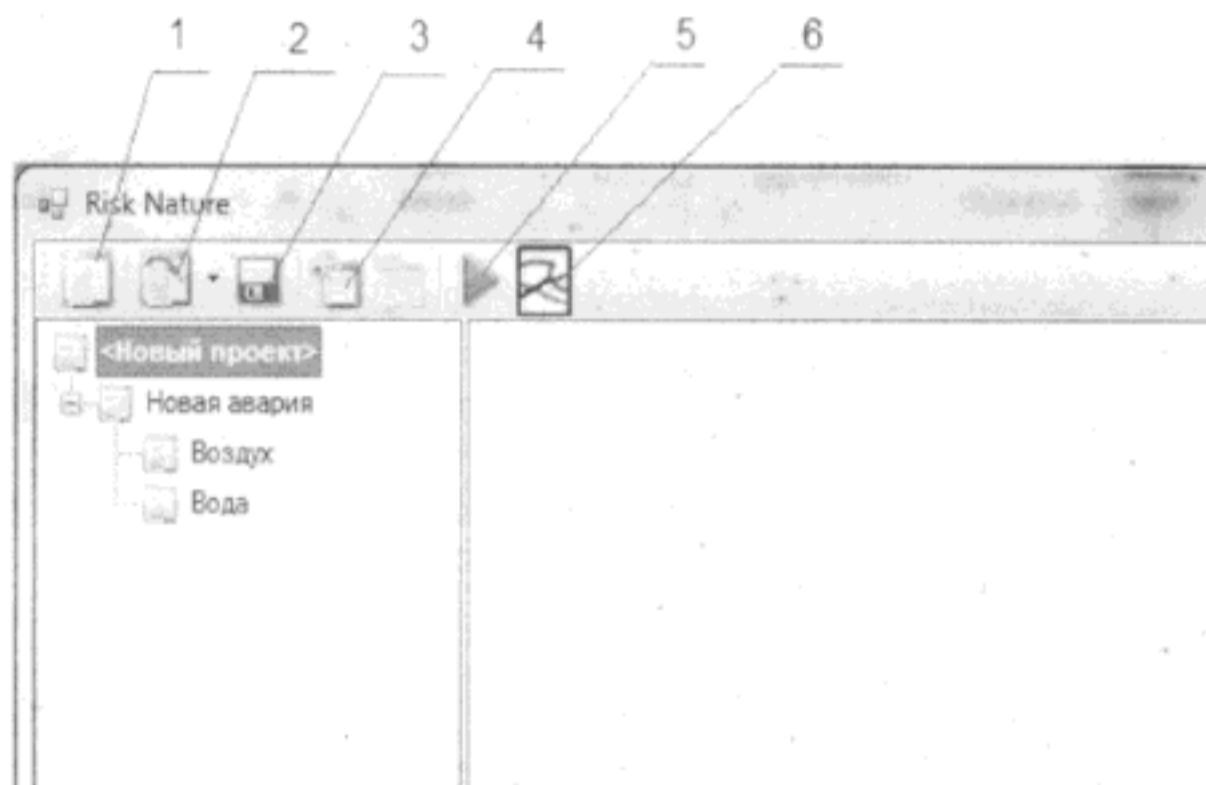


Рис. 1. Главное меню программы «Risk Nature»: 1 - Новый проект; 2 - Загрузка проекта; 3- Сохранение проекта; 3 - Новая авария; 5- Расчет ущерба; 6- Интегрирование результатов с учетом Mike she

В программе имеется библиотека, содержащая одну численную модель расчета. Модель основывается на выбранной методике оценки ущерба окружающей природной среде. Для реализации модели пользователю необходимо выбрать и задать предпочтения по имеющимся критериям: тип территории, тип вещества, температура, высота выброса и т.д. (рис. 2).

В программе “Risk Nature” загрязнение водной среды - привнесение веществ, ухудшающих качество морской среды, ограничивающих ее использование, приводящее к уничтожению, истощению, заболеванию или сокращению биоресурсов[6]. Существенный вред может проявиться в массовой гибели биоресурсов, уничтожении мест нереста, снижении промысловых запасов рыб, уничтожении кормовой базы рыб, загрязнении рекреационных зон.

На растекание нефти с учетом “Risk Nature” большое влияние оказывают температура окружающей среды, направление и сила ветра, а также течения, под действием которых нефть со временем вытягивается в полосы и распадается на отдельные пятна [7].

“Risk Nature” учитывает все физико-химические процессы веществ, основные формы загрязнения, которые образуются при поступлении нефти и нефтепродуктов в водную среду: свободно плавающая пленка либо частицы нефти на поверхности и в толще воды; осевшие на дно либо находящиеся в грунтах тяжелые фракции нефти и нефтепродуктов; растворенные и эмульгированные нефти и нефтепродукты в таких видах, как «вода в нефти» и «нефть в воде».

Время нахождения нефти в водной среде зависит от условий среды и типа нефти. Обычно нефтяное загрязнение сохраняется от нескольких месяцев до года, если разлив нефти не произошел в холодное время года или в северных широтах, поскольку при низких температурах разрушение нефти проходит медленно. Нефть может попасть в ледовую ловушку до наступления весны, когда начнет подвергаться воздействию теплого воздуха, ветра, солнечных лучей и усиленному воздействию микробов, сопровождающихся повышением температуры воды. Время нахождения нефти в зоне побережья определяется характеристиками нефти и конфигурацией береговой линии. Период сохране-

ния нефти в районе побережья варьируется от нескольких дней на скалах до более чем 10 лет в укрытых от приливов-отливов сырых участках. В местах с холодным климатом из-за льдов, медленного движения волн, меньшей химической и биоло-

гической активности нефть остается на более длительное время (десятки лет), чем в местах с умеренным или тропическим климатом. Сброшенная в арктические моря нефть может сохраняться в течение 50 лет.

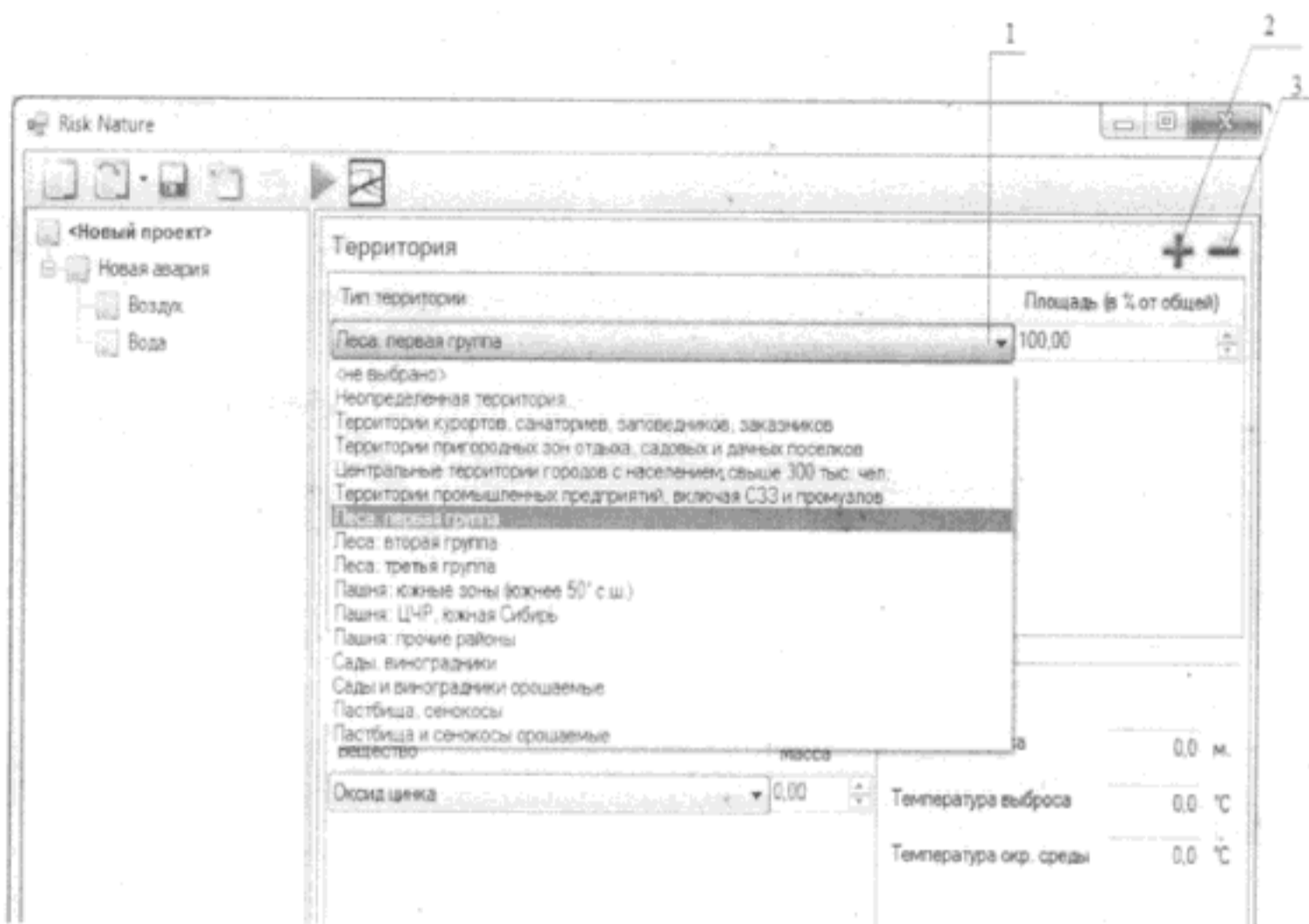


Рис.2. Задание параметров выбора по заданному сценарию

Постоянное наличие нефтепродуктов в водных средах в растворенном и пленочном состоянии свидетельствует о преобладании загрязнения над процессами их ассимиляции при условии, что разложение нефтепродуктов при оптимальных внешних условиях среды исчисляется десятками суток.

После выбора оптимальной численной схемы запускаем модель на реализацию кнопкой «Расчет ущерба». Основные результаты расчета отображаются в отдельном окне (рис. 3).

Учтенные биопроцессы, протекающие в водной среде при аварийном загрязнении нефтью, позволяют рассчитать полный ущерб окружающей природной среде [8].

Основные результаты расчета представлены на рис. 4.

Таким образом, формируется отчет по сценарию аварии. Он включает в себя полную информацию об условии аварии, интегрированной оценке экологического риска, о социально-экономическом ущербе населению и окружающей природной сре-

де, учитывая особенности естественного распада загрязнителя.

На основании разработанного оригинального программного продукта по оценке загрязнений окружающей среды, вследствие аварии на предприятии решена научная проблема, имеющая важное значение для определения и анализа интегральных оценок степени подверженности территориальных систем совокупности опасных природно-техногенных процессов.

Литература

1. Забежайло М.И. Интеллектуальный анализ данных - новое направление развития информационных технологий // Информационные процессы и системы. 2008. № 8. С. 27 - 37.
2. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин и др. Екатеринбург: Издательство АМБ, 2001. 261 с.

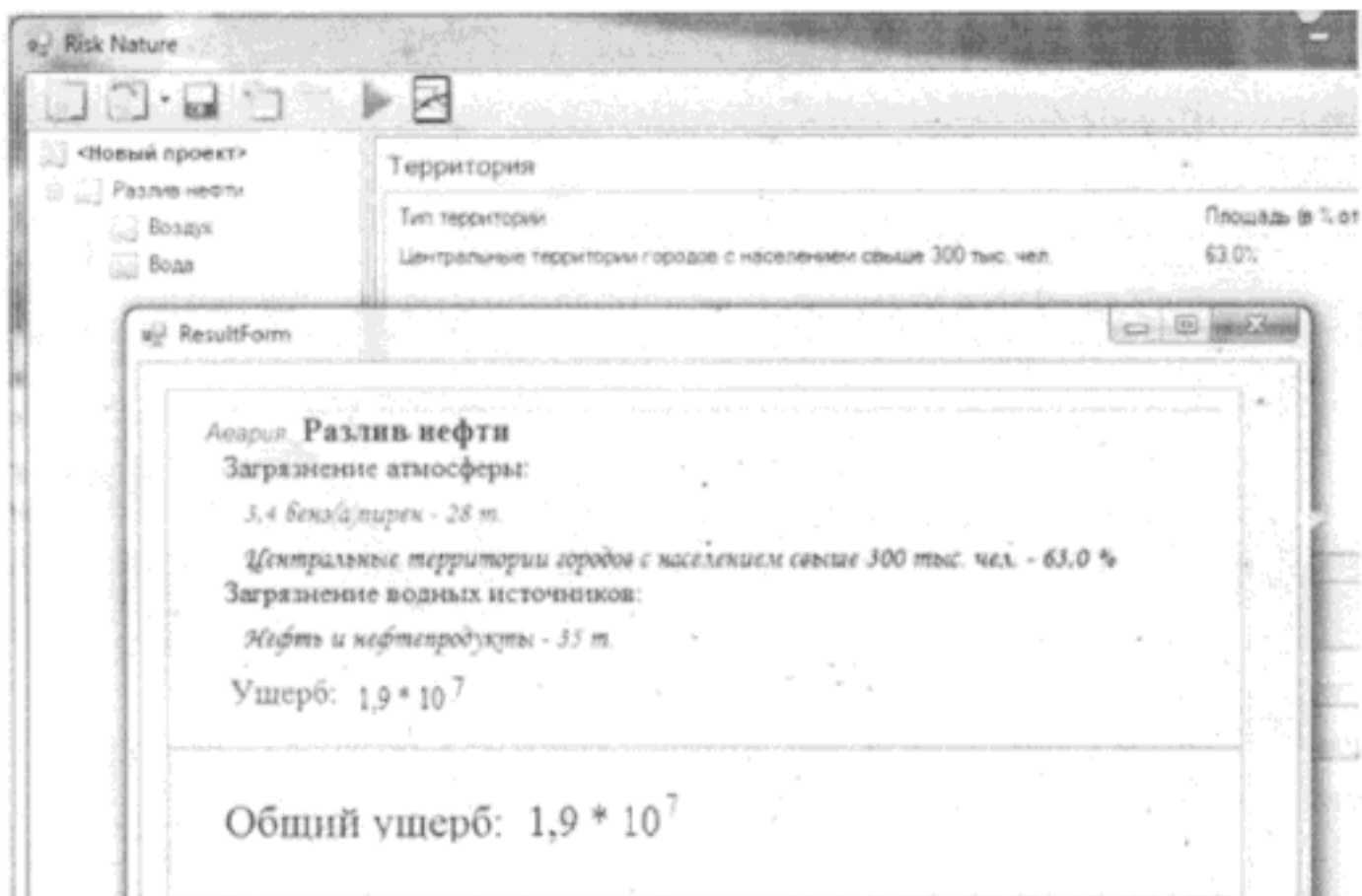


Рис. 3. Основные результаты расчета

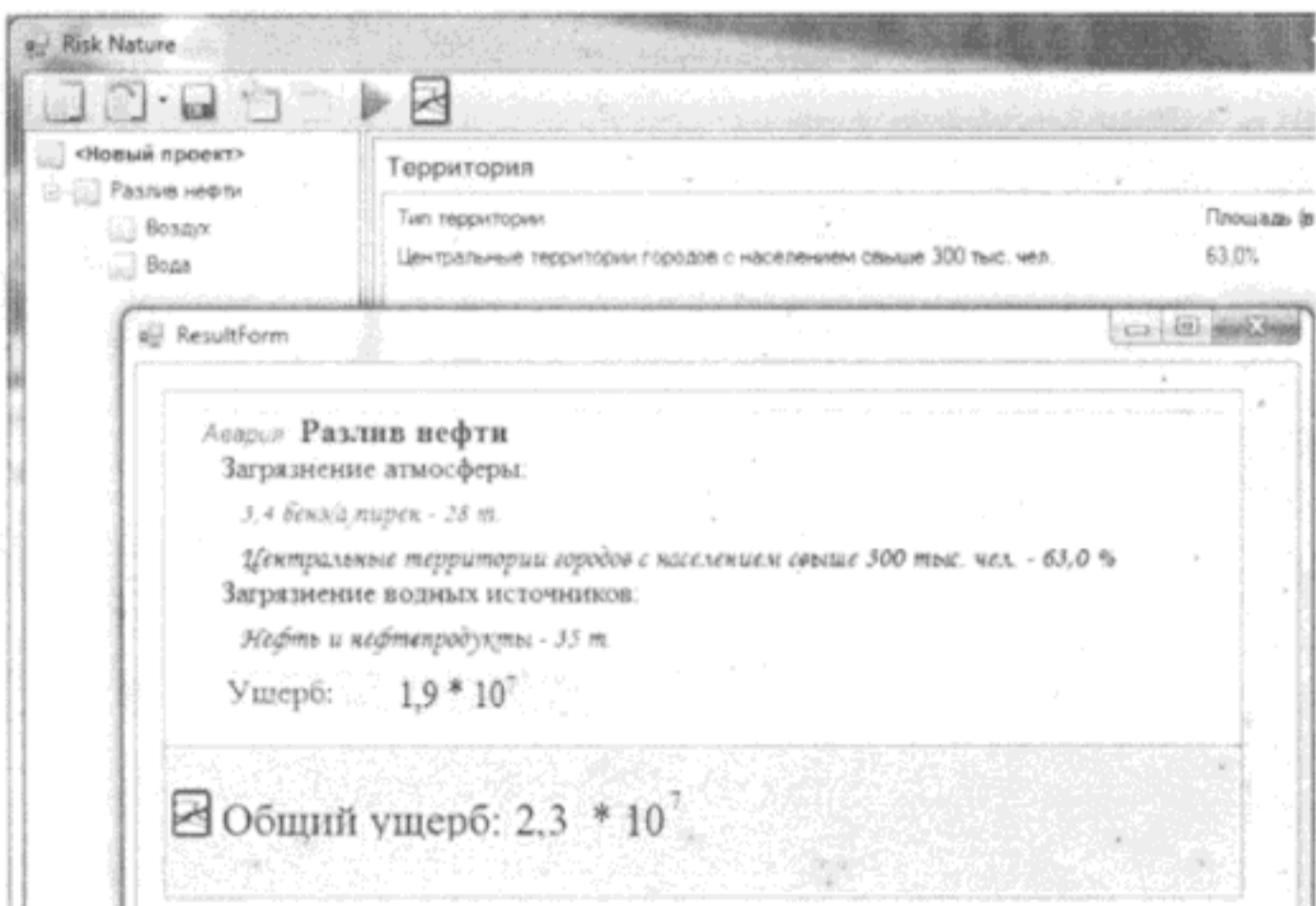


Рис. 4. Основные результаты оценки социально-экономического ущерба

3. Владимиров В.А. Радиационная и химическая безопасность населения: монография МЧС России. М: Деловой экспресс, 2005. С. 144-168.

4. Modelling the world of water. Software catalog 2009. Mike by DHL. P. 32.

5. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. М.: Академия. 3-е изд., 2006. С. 138-145.

6. Madsen I., Graham D. 2008/ Parametr estimation in integrated groundwater-surface water modeling using a multi-objective optimization framework, 2008. P. 32-38.

7. Treweek, J.R. Ecology and Environmental Impact Assessment // *Journal of Applied Ecology*. 1996. Vol. 33. P. 191-199.

8. Калач А.В., Карпова Е.С. Особенности моделирования загрязнения водных объектов с использованием геоинформационной

специализированной системы "Mike she" // *Проблемы управления рисками в техносфере*. 2011. Т.2 [18]. С. 119 - 124.

* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский Государственный технический университет»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России»

ORIGINAL SOFTWARE FOR EVALUATION OF MAN-MADE IMPACTS ON AQUATIC ECOSYSTEMS

E.S. Karpova, A.V. Kalach, A.A. Sitnikov

The article presents its own software product "Risk Nature"¹ for the assessment of environmental risks in the event of an accident at the oil refinery in the light of selected contaminants and exposure scenarios. Evaluation results are used to manage ecosystem risk and provide the most accurate model and predict the environment in case of man-made disaster in the company.

Keywords: environmental risk, modeling, geographic information system, water bodies, the program "Risk Nature".