

# МОДУЛЬ ARCGIS

«Разлив нефтепродуктов (суша)»

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Версия модуля

1.0 (декабрь 2008)

## **АННОТАЦИЯ**

Данный документ представляет собой краткое описание модуля «Разлив нефтепродуктов (суша), включающее в себя назначение, принципы работы, методическую и информационные основы, функциональные возможности, примеры использования, требования к аппаратному и программному обеспечению.

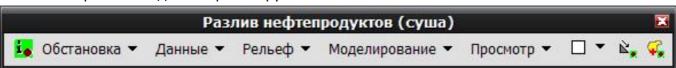
## Оглавление

Назначение	3
Принцип работы	3
Методическая основа	4
Информационная основа	4
Функциональные возможности	6
Примеры использования	11
Требования к аппаратно-программному обеспечению	12
Поставка	12

#### Назначение

Модуль «Разлив нефтепродуктов (суша)» предназначен для оценки и прогнозирования разливов нефти и нефтепродуктов на поверхности суши и может быть использован в проектных организациях при разработке документов промышленной безопасности, в научно-исследовательских центрах для обучения, в надзорных органах и центрах мониторинга для локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разливом нефтепродуктов.

Модуль представляет собой панель в приложении ArcMap ArcGIS Desktop 9.2, состоящий из меню с набором команд и набора инструментов.



#### Принцип работы

В связи с тем, что комплексный анализ разливов нефти и нефтепродуктов требует подготовки специализированных данных и учета значительного числа факторов, ключевым принципами работы модуля являются формирование обстановки расчета (рабочей области) и поэтапное решении задач анализа.

Под обстановкой понимается совокупность слоев карты, таблиц, наборов растровых изображений, которую условно можно разделить на две части. Первая часть содержит исходные данные и параметры моделирования. Вторая часть содержит результаты моделирования. Вся совокупность хранится в одной файловой базе геоданных, имеющей фиксированную структуру с несколькими наборами векторных покрытий, каталогами растров, таблиц.

Таким образом, пользователю достаточно выбрать команды для выполнения какой-либо операции, в результате чего модуль самостоятельно определить, какие данные используются в качестве исходной информации, а какие данные предназначены для хранения результатов расчетов. При этом достигается независимость модуля от проекта ГИС и обстановки. То есть модуль может оперировать несколькими обстановками в рамках любого проекта ГИС.

Поэтапное решение задач анализа предполагает прохождение 5 стадий:

- 1. Формирование обстановки: создание, открытие специализированной базы геоданных, включающей в себя заданный набор покрытий, растровых каталогов и таблиц и выбор активной обстановки.
- 2. Подготовка данных: загрузка из внешних источников и удаление данных обстановки, редактирование характеристик слоев карты в составе обстановки (используемых в качестве исходных данных).
- 3. Работа с рельефом: добавление преград и искусственных форм рельефа, выравнивание рельефа методом «бульдозера», вырезка части рельефа.
- 4. Проведение расчетов: определение потенциальных стоков, скоплений, профилей по рельефу, определение параметров расчета, экспресс-оценка и численное моделирование разливов нефтепродуктов.
- 5. Отображение результатов моделирования: динамическая визуализация разливов нефтепродуктов, формирование текстовых отчетов.



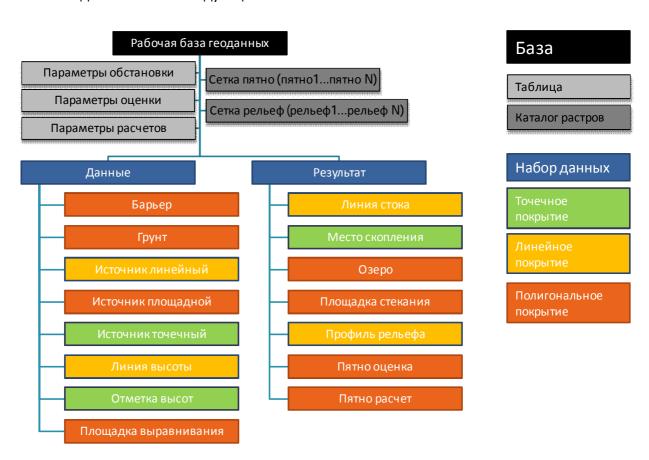
#### Методическая основа

Методической основой модуля являются:

- 1) Функции модуля Spatial Analyst, связанные с гидрологическим анализом (бассейны, стоки, локальные понижения), интерполяцией (метод обратно взвешенных расстояний), оценкой поверхности (уклон, насыпи/выемки), алгебра карт (сложение, вычитание растров).
- 2) Функции конвертации данных (растры в векторные покрытия, триангуляционная сетка в растр, векторные покрытия в триангуляционную сетку).
- 3) Оверлейные операции (анализ соседства, наложение фигур, комбинирование, буферизация и др.).
- 4) Уравнения диффузионного типа (линейные параболические уравнения второго порядка), отражающие влияние рельефа местности, интенсивность поглощения загрязнения поверхностью почвы, интенсивность испарения.

### Информационная основа

Информационной основой модуля является файловая база геоданных, содержащая необходимые набор исходных данных, параметров расчета и результатов моделирования. Файловая база геоданных имеет следующий состав.



Название	Тип	Содержание/назначение	Входная/выходная информация
Данные	Набор векторных покрытий	векторные покрытия, характеризующие исходные данные обстановки	входная
Барьер	Векторное покрытие	Площадки, используемые для уточнения рельефа (например, здания, установки, бордюры)	входная

Название	Тип	Содержание/назначение	Входная/выходная информация
Грунт	Векторное покрытие	Площадки, используемые для определения коэффициентов впитывания и испарения при разливах	входная
Источник линейный	Векторное покрытие	Линии, используемые как источники разливов (например, трубопровод, маршрут перевозки, сторона резервуара)	входная
Источник площадной	Векторное покрытие	Площадки, используемые как источники разливов (например, резервуары, насосные станции)	входная
Источник точечный	Векторное покрытие	Точки, используемые как источники разливов (например, задвижка, опасный переход, часть резервуара)	входная
Линия высоты	Векторное покрытие	Линии, характеризующая форму искусственного рельефа (например, обвалование, насыпь)	входная
Отметка высоты	Векторное покрытие	Точки, характеризующие относительные высоты искусственного рельефа	входная
Площадка выравнивания	Векторное покрытие	Площадки, используемые для уточнения рельефа (например, выравнивание после прохода бульдозера)	входная
Результат	Набор векторных покрытий	векторные покрытия, характеризующие потенциально возможные опасности при разливах нефтепродуктов	выходная
Линия стока	Векторное покрытие	Линии, указывающие направление стекания нефтепродуктов	выходная
Место скопления	Векторное покрытие	Точки, указывающие возможные места скопления нефтепродуктов	выходная
Озеро	Векторное покрытие	Площадки, указывающие заполненное локальное понижение согласно заданному уровню	выходная
Площадка стекания	Векторное покрытие	Площадки, указывающие возможное появление нефтепродукта при разливах, разбитое по классам вероятности	выходная
Профиль рельефа	Векторное покрытие	Линии, характеризующие профиль рельефа	выходная
Пятно оценка	Векторное покрытие	Площадки, характеризующие стоки и скопления при разливах нефтепродуктов, полученных в результате экспресс оценки	выходная
Пятно расчет	Векторное покрытие	Площадки, характеризующие стоки и скопления при разливах нефтепродуктов, полученных в результате численных расчетов	выходная
Сетка пятно	Каталог растров	растры, полученные при численном расчете	выходная
Сетка рельеф	Каталог растров	растры, полученные при работе с рельефом	входная
Параметры обстановки	Таблица	параметры обстановки, влияющие на проведение расчетов	входная
Параметры расчетов	Таблица	параметры, влияющие на проведение численных расчетов разливов	входная
Параметры оценки	Таблица	параметры, влияющие на проведение экспресс оценки разливов	входная

Наборы исходных данных могут наполняться из внешних источников путем загрузки данных. В качестве исходных данных также могут быть использованы графические элементы на карте, наносимые пользователем.

## Функциональные возможности

Модуль имеет следующие функции.

Обстановка	Данные	Рельеф	Моделирование	Просмотр
• Создание • Открытие • Выбор • Параметры	• Загрузка • Редактирование • Удаление • Графический элемент	<ul> <li>Преграда (графика)</li> <li>Преграды (слой)</li> <li>Площадка (графика)</li> <li>Площадки (слой)</li> <li>Формы рельефа (слои)</li> <li>Вырезка (графика)</li> <li>Фиксация</li> </ul>	<ul> <li>Профиль (графика)</li> <li>Профили (слой)</li> <li>Линия стока (графика)</li> <li>Линии стока (слой)</li> <li>Локальные понижения</li> <li>Озеро</li> <li>Площадка стекания (графика)</li> <li>Площадки стекания (слой)</li> <li>Параметры экспресс-оценки</li> <li>Экспресс-оценка (графика)</li> <li>Экспресс-оценка (слой)</li> <li>Параметры численного расчета</li> <li>Численный расчет (графика)</li> <li>Численный расчет (слой)</li> </ul>	• Анимация • Отчет • О модуле

Этап	Функция	Входные данные	Результат	Описание
Обстановка	Создание	Имя новой файловой базы геоданных, параметры проекции	Файловая база геоданных с заданной структурой	В стандартном диалоге выбора файлов пользователь указывает имя базы геоданных. Модуль автоматически формирует обстановку и добавляет слои на карту в текущий проект. Все таблицы заполняются параметрами по умолчанию. Слои символизируются по умолчанию.
	Открытие	Имя существующей файловой базы геоданных		В стандартном диалоге выбора файлов пользователь указывает имя базы геоданных. Модуль автоматически формирует обстановку и добавляет слои на карту в текущий проект. Слои символизируются по умолчанию.
	Выбор	Перечень обстановок		Модуль сканирует все слои текущего проекта и определяет, какие обстановки используются. В диалоге с перечнем обстановок пользователь выбирает одну из обстановок – активную обстановку. Все

Этап	Функция Входные данные		Результат	Описание		
				дальнейшие расчеты будут связаны с активной обстановкой.		
	Параметры	Имеющиеся параметры обстановки	Обновленные параметры обстановки	Пользователь в специальном диалоге изменяет параметры обстановки.		
Данные	цифровые векторные		Заполненные покрытия обстановки, растры	Пользователь в специальном диалоге выбирает элемент обстановки (используемый в качестве входной информации) и через стандартный диалог загрузки данных или выбора растра информация из внешнего источника добавляется в выбранный элемент.		
	Редактирование	Данные пользователя	Заполненные характеристики	В специализированном диалоге пользователь выбирает элемент обстановки (используемый в качестве входной информации) и заполняет атрибутивные характеристики элемента, переходя от одной записи к другой.		
	Удаление	Выбранные элементы обстановки	Пустой (без записей) элемент обстановки	Пользователь в специализированном диалоге отмечает элементы обстановки, которые требуется очистить от записей. Модуль удаляет все имеющиеся записи.		
	Графический элемент	Данные пользователя		Пользователь выбирает тип графического элемента (точка, линия и т.п.) и наносит на карту. Другие функции модуля будут использовать этот элемент в качестве входных данных. Графический элемент также может быть получен по результатам вычисления других функций ArcGIS Desktop. Для его использования он должен быть выделен среди других графических элементов		
Рельеф	Преграда (графика)	Выделенный графический элемент на карте и данные пользователя	Новая запись в сетке рельефа	Пользователь наносит или выбирает полигональный графический элемент на карте и в специализированном диалоге указывает высоту преграды. Модуль повышает/понижает рельеф на месте преграды и сохраняет новую запись в сетке рельефа.		
	Преграды (слой)	Слой «Барьер»	Новая запись в сетке рельефа	Модуль повышает/понижает рельеф в местах всех фигур, имеющихся в покрытии «барьер» с учетом высоты.		
	Площадка (графика)	Графический элемент на карте и данные пользователя	Новая запись в сетке рельефа	Пользователь наносит или выбирает полигональный графический элемент на карте и указывает параметры выравнивания. Модуль выравнивает рельеф на месте площадки и сохраняет новую запись в сетке рельефа.		

Этап	Функция	Входные данные	Результат	Описание
	Площадка (слой)	Слой «Площадка»	Новая запись в сетке рельефа	Модуль выравнивает рельеф в местах всех фигур, имеющихся в покрытии «площадка выравнивания» с учетом параметров выравнивания.
	Формы рельефа (слои)	Слои «Линия высоты», «Отметка высоты»	Новая запись в сетке рельефа	Модуль определяет изменение относительных высот (согласно «отметка высоты») вдоль линий (согласно «линии высоты»). Линии высоты дробятся на совокупность точек с шагом рельефа и высотами, полученными на предыдущем этапе. На основе совокупности точек формируется насыпь/выемка, добавляемая на рельеф. В завершении модуль добавляет новую запись в сетке рельефа
	Вырезка (графика)	Графический элемент на карте	Новая запись в сетке рельефа	Пользователь наносит или выбирает полигональный графический элемент на карте. Модуль проводит вырезание рельефа согласно границам элемента и добавляет новую запись в сетке рельефа
	Фиксация	Перечень сетки рельефа		По умолчанию используется последняя запись в сетке рельефа как модель рельефа для дальнейших расчетов. В специализированном диалоге пользователь может выбирать другую запись рельефа. Если эта запись не последняя, модуль удаляет все записи рельефа после выбранной с тем, чтобы выбранная запись стала последней.
Моделирование	Профиль (графика)	Графический элемент на карте	Результаты оценки профиля в покрытии «Профиль рельефа»	Пользователь наносит или выбирает линейный графический элемент на карте. Модуль по модели рельефа определяет профиль (набор линий с длиной в размер ячейки рельефа, для каждой линии определяет начальная, конечная высота и уклон) и сохраняет его в покрытии «профиль рельефа»
	Профили (слой)	Линейный слой в текущем проекте ArcMap	Результаты оценки профиля в покрытии «Профиль рельефа»	Пользователь в специализированном диалоге выбирает линейный слой из всех линейных слоев в текущем проекте ArcMap. Модуль по модели рельефа определяет профили всех линей из указанного слоя и сохраняет их в покрытии «профиль рельефа»
	Линия стока (графика)	Место на карте	Результат оценки стока в покрытии «Линия стока»	Пользователь указывает точку на карте. Модуль по модели рельефа определяет сток из указанной точки и сохраняет результат в покрытии «Линия стока»

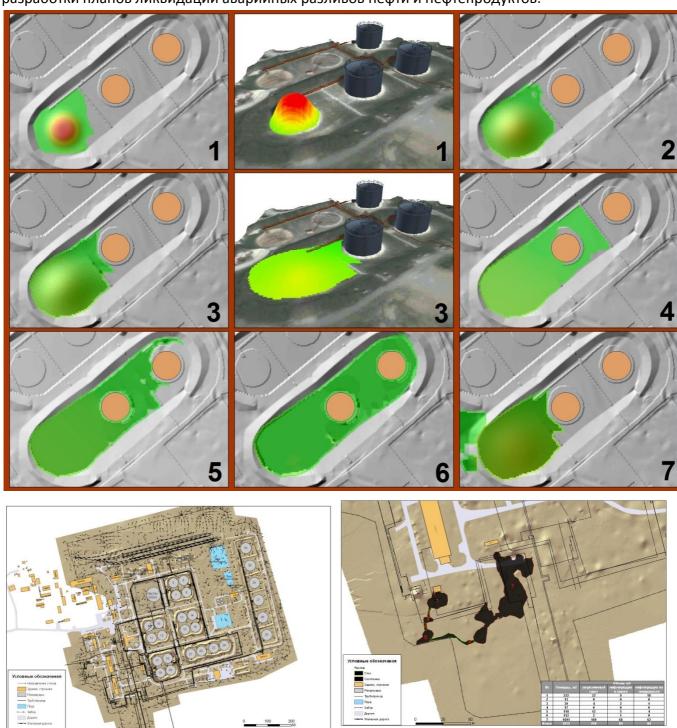
Этап	Функция	Входные данные	Результат	Описание
	Линии стока (слой)	Данные пользователя	Результаты оценки стоков в покрытии «Линия стока»	Пользователь в специализированном диалоге выбирает шаг по координатам х,у и длину стоков. Модуль по модели рельефа с заданными шагами и ограничением по длине определяет все стоки и сохраняет результаты в покрытии «Линия стока»
	Локальные понижения		Результаты оценки мест скопления в покрытие «Место скопления»	Модуль по модели рельефа определяет все локальные понижения (места скопления) и сохраняет в покрытии «Место скопления»
	Озеро	Место на карте	Результаты оценки заполнения локального понижения в покрытии «Озеро»	Пользователь указывает точку на карте. Модуль определяет высоту в заданной точке и строит поверхность уреза, которая сравнивается с моделью рельефа. По результатам сравнения формируется площадка — заполнение локального понижения ниже высоты в указанной точке, которая сохраняется в покрытии «озеро»
	Площадка стекания (графика)	Графический элемент на карте и данные пользователя	Результаты оценки стекания с каждой точки фигуры в покрытии «Площадка стекания»	Модуль с учетом геометрии графического элемента находит ячейки рельеф, занятые этим элементом. От каждой ячейки определяются стоки до достижения локального понижения. Все стоки разбиваются через фиксированный шаг (размер ячейки рельефа) и формируется совокупность точек. Определяется плотность точек, которая переклассифицируется согласно заданному количеству классов. Результаты сохраняются в покрытии «площадка стока»
	Площадки стекания (слой)	Слой в текущем проекте ArcMap и данные пользователя	Результаты оценки стекания с каждой точки фигуры в покрытии «Площадка стекания»	Модуль с учетом геометрии выбранного слоя на карте находит ячейки, занятые фигурами этого слоя. От каждой ячейки определяются стоки до достижения локального понижения. Все стоки разбиваются через фиксированный шаг (размер ячейки рельефа) и формируется совокупность точек. Определяется плотность точек, которая переклассифицируется согласно заданному количеству классов. Результаты сохраняются в покрытии «площадка стока»
	Параметры	Имеющиеся	Обновленные	Пользователь в специальном
	экспресс-оценки	параметры экспресс-оценки	параметры экспресс-оценки	диалоге изменяет параметры экспресс-оценки
	Экспресс-оценка	Графический	Результаты	Пользователь наносит или выбирает

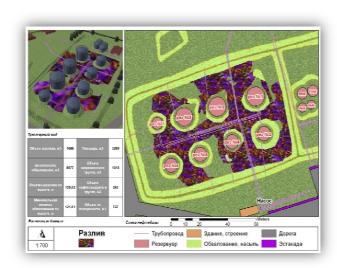
Этап	Функция	Входные данные	Результат	Описание
	(графика)	элемент на карте	расчетов согласно	графический элемент на карте. В
		и данные пользователя	экспресс-оценки в покрытии «Пятно оценка»	специализированном диалоге пользователь указывает объем разлива. Модуль с учетом геометрии элемента определяет стоки и скопления. Результаты сохраняются
				в покрытии «пятно оценка»
	Экспресс-оценка (слои)	Покрытия с источниками разливов	Результаты расчетов согласно экспресс-оценки в покрытии «Пятно оценка»	В специализированном диалоге пользователь указывает, какие источники разливов будут учитываться. Модуль от каждого источника разлива с учетом его геометрии, объема разлива определяет стоки и скопления. Результаты сохраняются в покрытии «пятно оценка»
	Параметры численного расчета	Имеющиеся параметры численного расчета	Обновленные параметры численного расчета	Пользователь в специальном диалоге изменяет параметры численного расчета
	Численный расчет (графика)	Графический элемент на карте и данные пользователя	Результаты численных расчетов в покрытии «Пятно расчет», каталоге растров «Сетка пятно»	Пользователь наносит или выбирает графический элемент на карте. В специализированном диалоге пользователь указывает объем разлива, продолжительность истечения, дату/время разлива. Модуль с учетом геометрии элемента определяет стоки и скопления и заданных параметров. Результаты сохраняются в покрытии «Пятно расчет», каталоге растров «Сетка пятно»
	Численный расчет (слои)	Покрытия с источниками разливов	Результаты численных расчетов в покрытии «Пятно расчет», каталоге растров «Сетка пятно»	В специализированном диалоге пользователь указывает, какие источники разливов будут учитываться. Модуль от каждого источника разлива с учетом его геометрии и характеристик определяет стоки и скопления. Результаты сохраняются в покрытии «пятно расчет», каталоге растров «сетка пятно»
Просмотр	Анимация	Покрытие «Пятно расчет»		В специализированном диалоге пользователь указывает источник разлива и задает параметры визуализации. Модуль циклически показывает динамику разлива (полученного по результатам численного расчета) от заданного источника
	Отчет	Покрытия с результатами моделирования разливов и данные	Документ Microsoft Word	Пользователь в специализированном диалоге указывает параметры отчета. Модуль запускает приложение Microsoft Word, создает новый

Этап	Функция	Входные данные	Результат	Описание
				документ и формирует отчет о моделирование разливов согласно
				заданным параметрам.
	О модуле			В специализированном диалоге выводится информация о модуле и ссылка на руководство пользователя

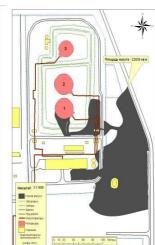
### Примеры использования

Ниже показаны примеры использования модуля для исследования динамики разлива и разработки планов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.









#### Требования к аппаратно-программному обеспечению

Требования к аппаратно-программному обеспечению определяются требованиями к системе ArcGIS Desktop 9.x.

В качестве дополнительных требований выступают:

- 1. Наличие установленного, лицензированного и активизированного модуля Spatial Analyst.
- 2. Наличие установленного, лицензированного и активизированного модуля 3D Analyst только при использовании функции «Формы рельефа (слои)».
- 3. Наличие установленного и лицензированного приложения Microsoft Word XP (или выше) только при использовании функции «Отчет».

#### Лицензия и поставка

Модуль поставляется единым комплектом. Имеется два варианта лицензий: без ограничений и с ограничением в 30 дней. Также лицензия предусматривает различную комплектацию модуля, то есть в зависимости от лицензии функционал модуля различный. Лицензия определяет возможность работы с 5 подсистемами:

- 1. Ядро моделирования (обязательно).
- 2. Работа с рельефом.
- 3. Предварительный анализ.
- 4. Экспресс оценка.
- 5. Численный расчет.

Ниже представлено соотношение функций и подсистем.

Этап	Функция	Ядро	Работа с рельефом	Предварительный анализ	Экспресс оценка	Численный расчет
Обстановка	Создание	+				
	Открытие	+				
	Выбор	+				
	Параметры	+				
Данные	Загрузка	+				
	Редактирование	+				
	Удаление	+				
	Графический элемент	+				
Рельеф	Преграда (графика)		+			
	Преграды (слой)		+			
	Площадка (графика)		+			
	Площадка (слой)		+			
	Формы рельефа		+			
	(слои) Вырезка (графика)	+				
	Фиксация	+				
Моделирование	Профиль (графика)			+		
	Профили (слой)			+		
	Линия стока (графика)			+		
	Линии стока (слой)			+		
	Локальные			+		
	понижения Озеро			+		
	Площадка стекания (графика)			+	+	
	Площадки стекания (слой)			+	+	
	Параметры экспресс-оценки				+	
	Экспресс-оценка (графика)				+	
	Экспресс-оценка (слои)				+	
	Параметры численного расчета					+
	Численный расчет (графика)					+
	Численный расчет (слои)					+
Просмотр	Анимация	+				
	Отчет	+				
	О модуле	+				

Лицензирование проходит в 3 этапа:

- 1. Запрос на лицензию с указанием имени пользователя на имя поставщика.
- 2. Получение лицензионного файла от поставщика.
- 3. Регистрация лицензии с помощью специальной утилиты.

Возможен переход с одной лицензии на другую (в сторону роста). Для этого необходимо повторить трехэтапную процедуру лицензирования.

Непосредственно поставка модулей включает в себя:

- 1) Инсталляционный комплект. При установке комплекта модуль автоматически регистрируется в составе ArcGIS Desktop и готов к использованию в приложении ArcMap при наличии лицензии.
- 2) Документация в электронном и бумажном виде. В состав документации входят: руководство пользователя (подробное описание функций модуля), методическое руководство (описание применяемого методического аппарата), руководство по установке/удалению модуля. К документации прикладывается набор приложений: примеры использования модуля на конкретных объектах, возможные проблемы и способы их устранения, описание используемых баз геоданных и др.
- 3) «Живые» примеры видеоролики, показывающие работу оператора при использовании модуля.
  - 4) Деморолики презентации, описывающие логику, методики и функции модуля.

При необходимости возможно проведение обучения по работе с модулем, включая обучение по работе с ГИС.