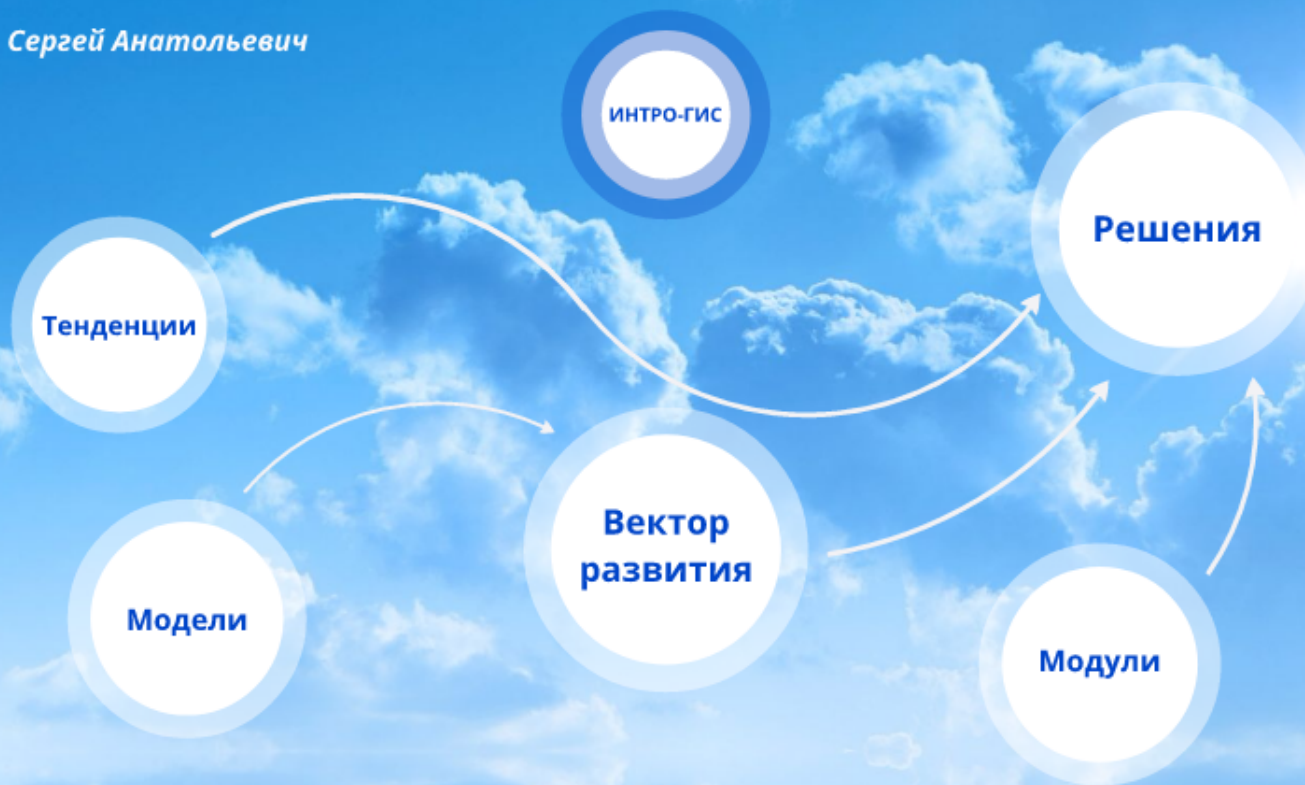


# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*



# наши клиенты



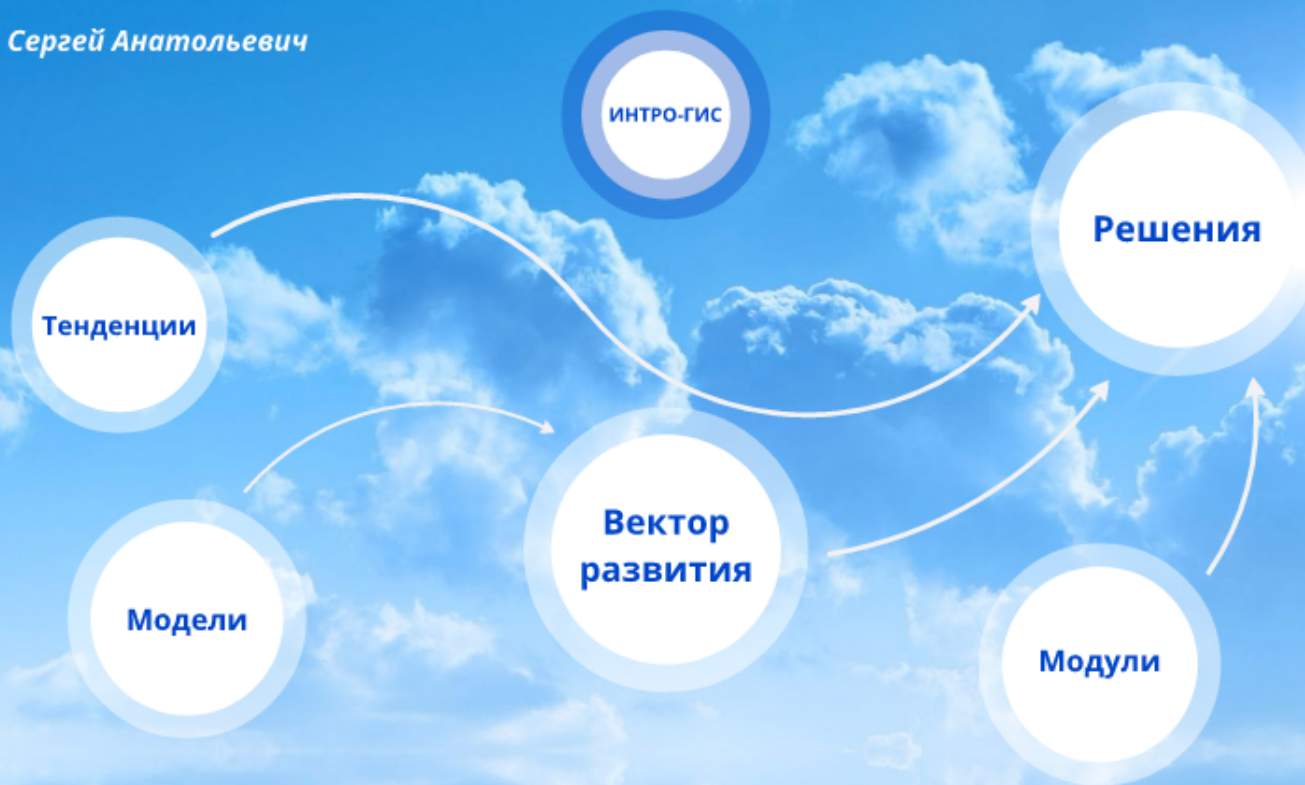
[info@introgis.ru](mailto:info@introgis.ru)  
[S.Mitakovich@introgis.ru](mailto:S.Mitakovich@introgis.ru)

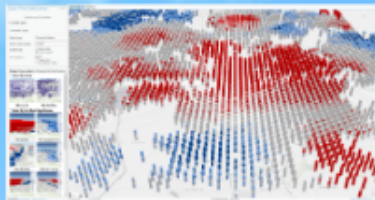


[www.introgis.ru](http://www.introgis.ru)

# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

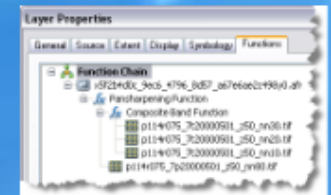
*Митакович Сергей Анатольевич*





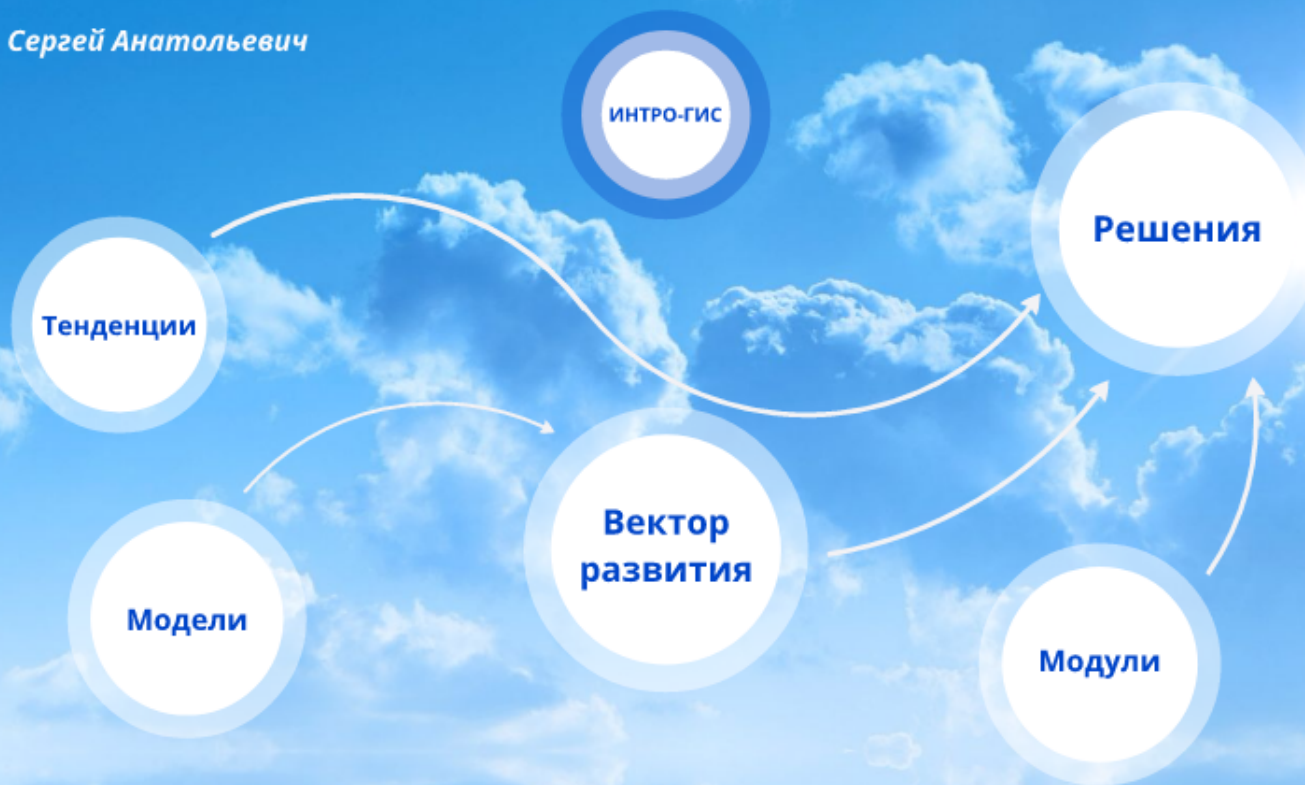
# Тенденции

- Профильные решения
- Умное картографирование
- Функциональность "на лету"
- Множественное визуальное представление
- Поддержка "времени" и многомерность данных
- ...

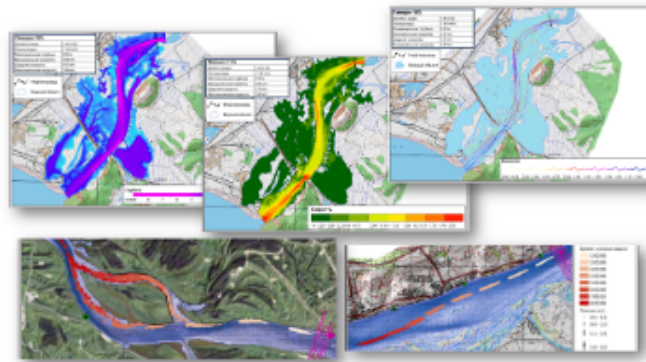


# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*



# Модели

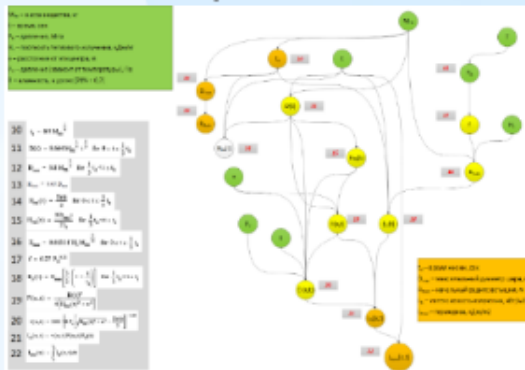


Типы  
моделей

Подходы

# Типы моделей

## эмпирические



## теоретические

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho},$$

$$\frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} =$$

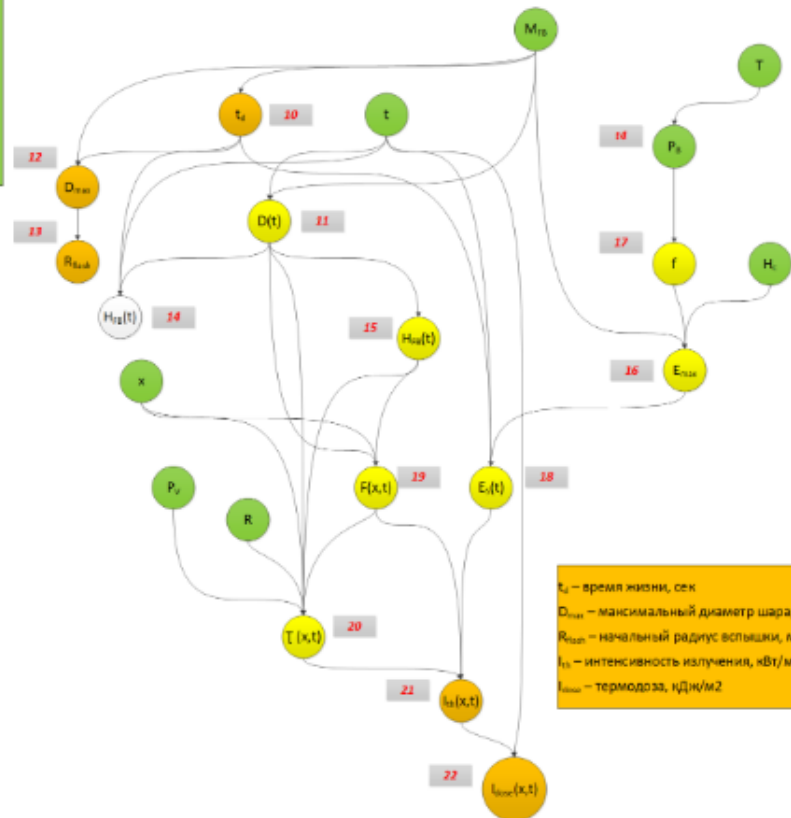
$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8)$$

где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

# ЭМПИРИЧЕСКИЕ

$M_{10}$  – масса вещества, кг  
 $t$  – время, сек  
 $P_s$  – давление, МПа  
 $H_c$  – плотность теплового излучения, кДж/кг  
 $x$  – расстояние от эпицентра, м  
 $P_v$  – давление (зависит от температуры), Па  
 $R$  – влажность, в долях (70% = 0,7)

- 10  $t_d = 0.9 M_{10}^{\frac{1}{4}}$
- 11  $D(t) = 8.664 M_{10}^{\frac{1}{4}} t^{\frac{1}{3}}$  for  $0 \leq t \leq \frac{1}{3} t_d$
- 12  $D_{max} = 5.8 M_{10}^{\frac{1}{4}}$  for  $\frac{1}{3} t_d < t \leq t_d$
- 13  $R_{max} = 0.65 D_{max}$
- 14  $H_{10}(t) = \frac{D(t)}{2}$  for  $0 \leq t \leq \frac{1}{3} t_d$
- 15  $H_{10}(t) = \frac{3 D_{max} t}{2 t_d}$  for  $\frac{1}{3} t_d < t \leq t_d$
- 16  $E_{max} = 0.0133 f H_c M_{10}^{\frac{1}{12}}$  for  $0 \leq t \leq \frac{1}{3} t_d$
- 17  $f = 0.27 P_s^{0.37}$
- 18  $E_t(t) = E_{max} \left[ \frac{3}{2} \left( 1 - \frac{t}{t_d} \right) \right]$  for  $\frac{1}{3} t_d < t \leq t_d$
- 19  $F(x,t) = \frac{D(t)^2}{4 [H_{10}(t)^2 + x^2]}$
- 20  $\tau(x,t) = 2.02 \left[ R P_s \sqrt{H_{10}(t)^2 + x^2} - \frac{D(t)}{2} \right]^{+0.00}$
- 21  $I_0(x,t) = \tau(x,t) F(x,t) E_t(t)$
- 22  $I_{max}(x) = \int_0^{t_d} I_0(x,t) dt$

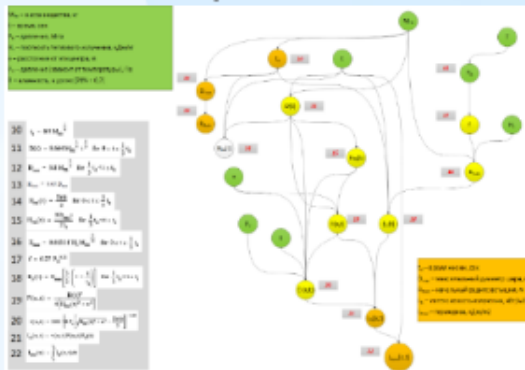


$t_d$  – время жизни, сек  
 $D_{max}$  – максимальный диаметр шара, м  
 $R_{max}$  – начальный радиус вспышки, м  
 $H_c$  – интенсивность излучения, кВт/м<sup>2</sup>  
 $I_{max}$  – термодоза, кДж/м<sup>2</sup>



# Типы моделей

## эмпирические



## теоретические

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho},$$

$$\frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8)$$

где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

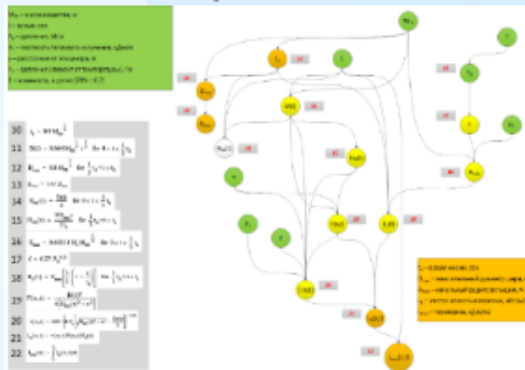
# теоретические

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} &= \\ = -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho}, \\ \frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} &= \\ = -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8) \end{aligned}$$

где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

# Типы моделей

## эмпирические



## теоретические

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho},$$

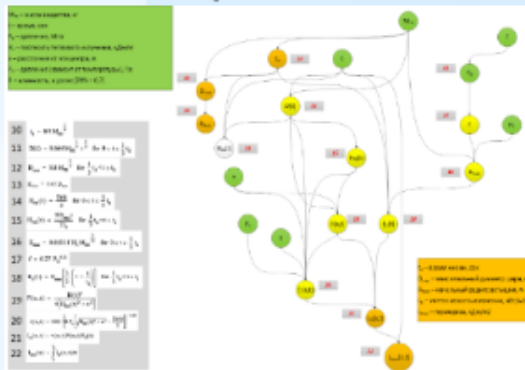
$$\frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8)$$

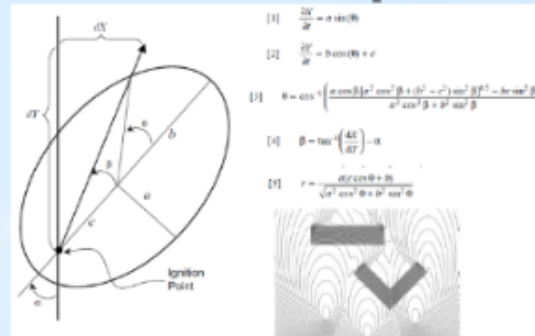
где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

# Типы моделей

## эмпирические



## комбинаторные



## теоретические

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} =$$

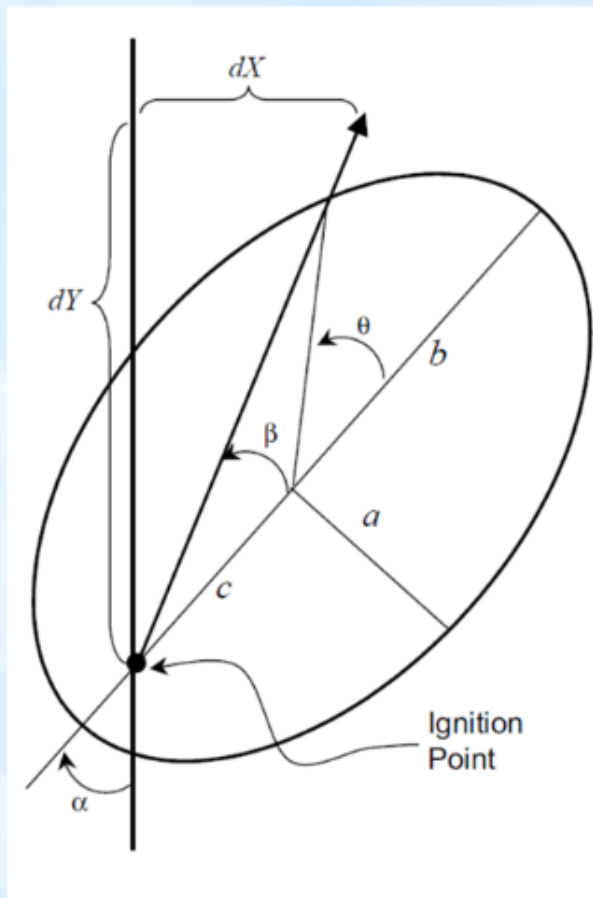
$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho},$$

$$\frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8)$$

где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

# комбинаторные



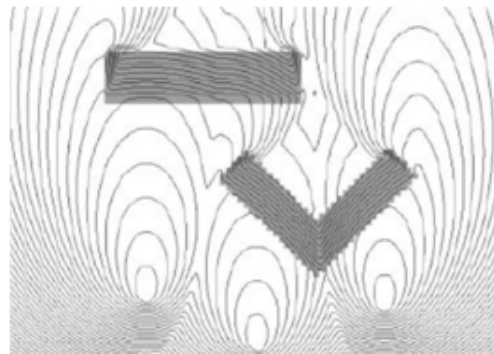
$$[1] \quad \frac{\partial X}{\partial t} = a \sin(\theta)$$

$$[2] \quad \frac{\partial Y}{\partial t} = b \cos(\theta) + c$$

$$[3] \quad \theta = \cos^{-1} \left( \frac{a \cos \beta [a^2 \cos^2 \beta + (b^2 - c^2) \sin^2 \beta]^{0.5} - bc \sin^2 \beta}{a^2 \cos^2 \beta + b^2 \sin^2 \beta} \right)$$

$$[4] \quad \beta = \tan^{-1} \left( \frac{dX}{dY} \right) - \alpha$$

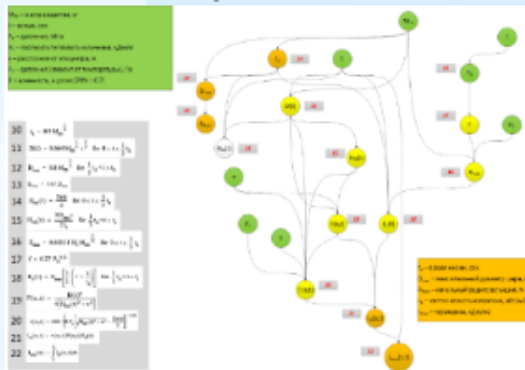
$$[5] \quad r = \frac{a(c \cos \theta + b)}{\sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}}$$



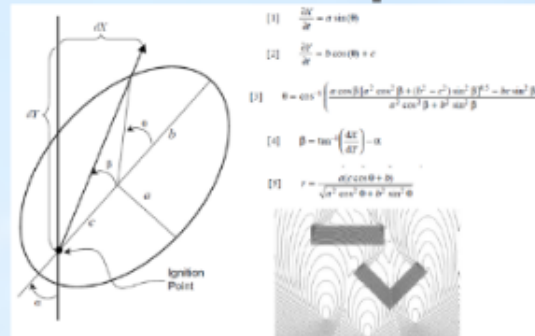
где  
рост  
 $T_{xx}$ ,  
лен  
жен

# Типы моделей

## эмпирические



## комбинаторные



## теоретические

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t} + \frac{\partial(hU^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hUV)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{xy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{bx}}{\rho},$$

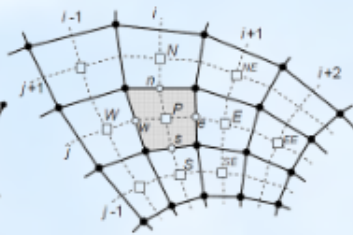
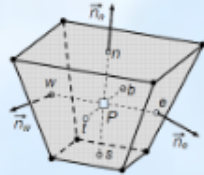
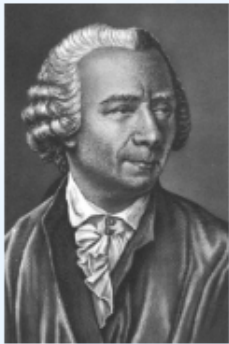
$$\frac{\partial(hV)}{\partial t} + \frac{\partial(hUV^2)}{\partial x} + \frac{\partial(hV^2)}{\partial y} =$$

$$= -gh \frac{\partial z_S}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial(hT_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(hT_{yy})}{\partial y} \right) - \frac{\tau_{by}}{\rho}, \quad (8)$$

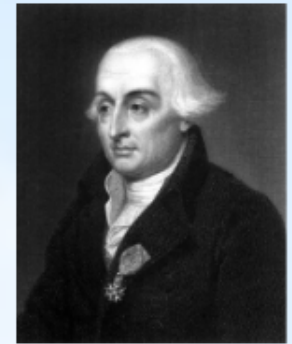
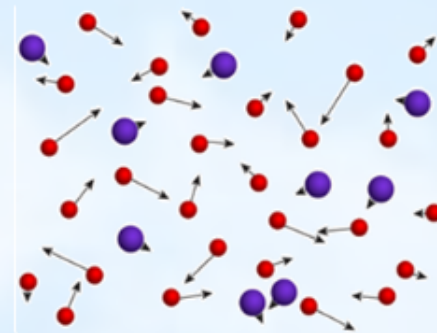
где  $U$  и  $V$  – горизонтальные компоненты скорости;  $z_S$  – высота подъема поверхности воды;  $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$  – осредненные по глубине турбулентные напряжения;  $\tau_{bx}, \tau_{by}$  – сдвиговые напряжения на дне русла.

# Подходы

Эйлер



Лагранж

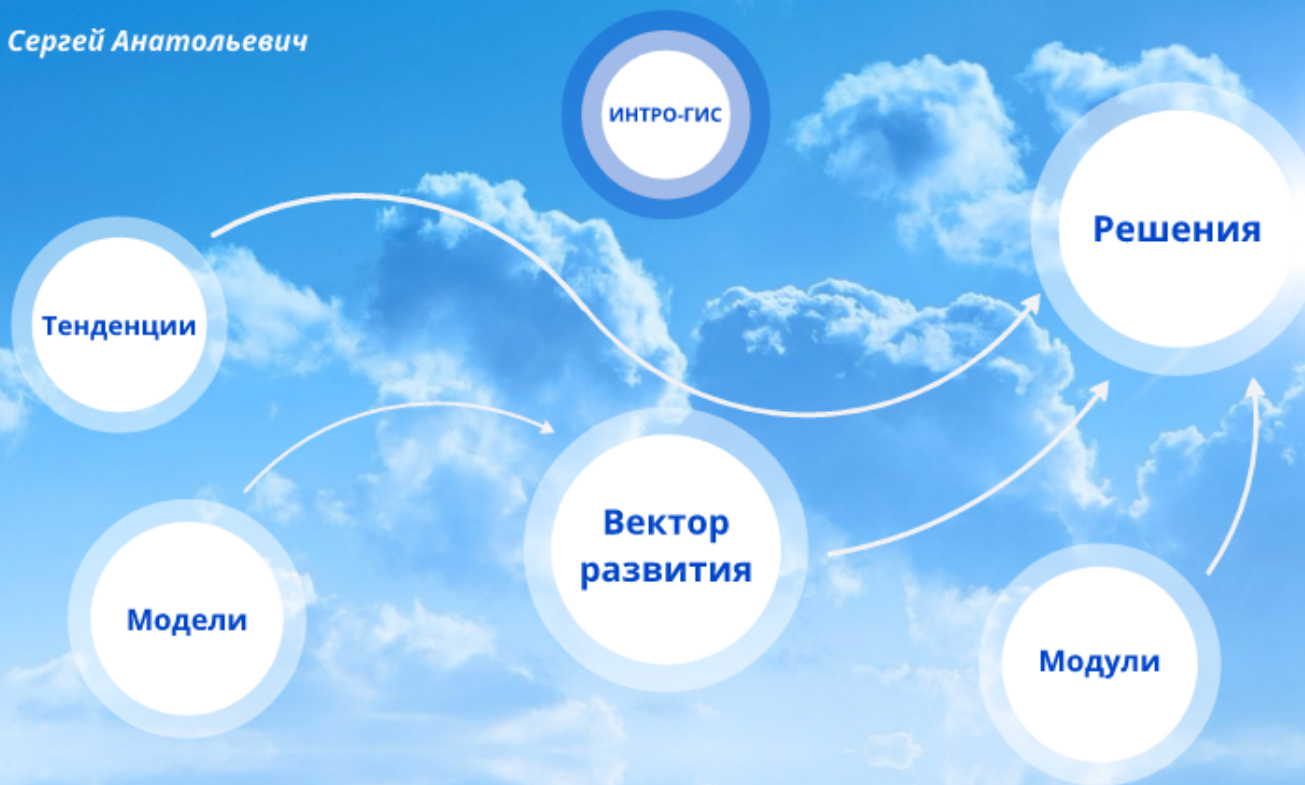


**Системы  
моделирования**

**ГИС**

# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*





## Вектор развития

### заимствование принципов систем моделирования

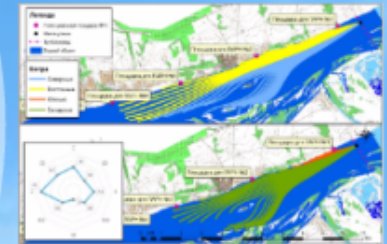
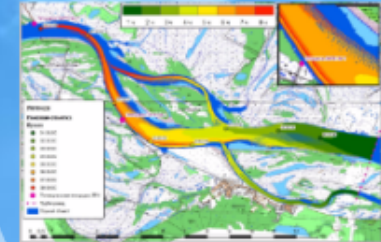
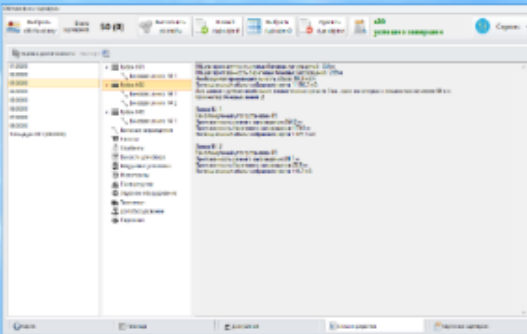
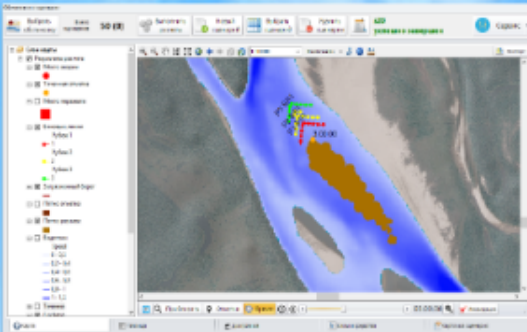
- гибридные сетки
- акцент в сторону многомерных форматов

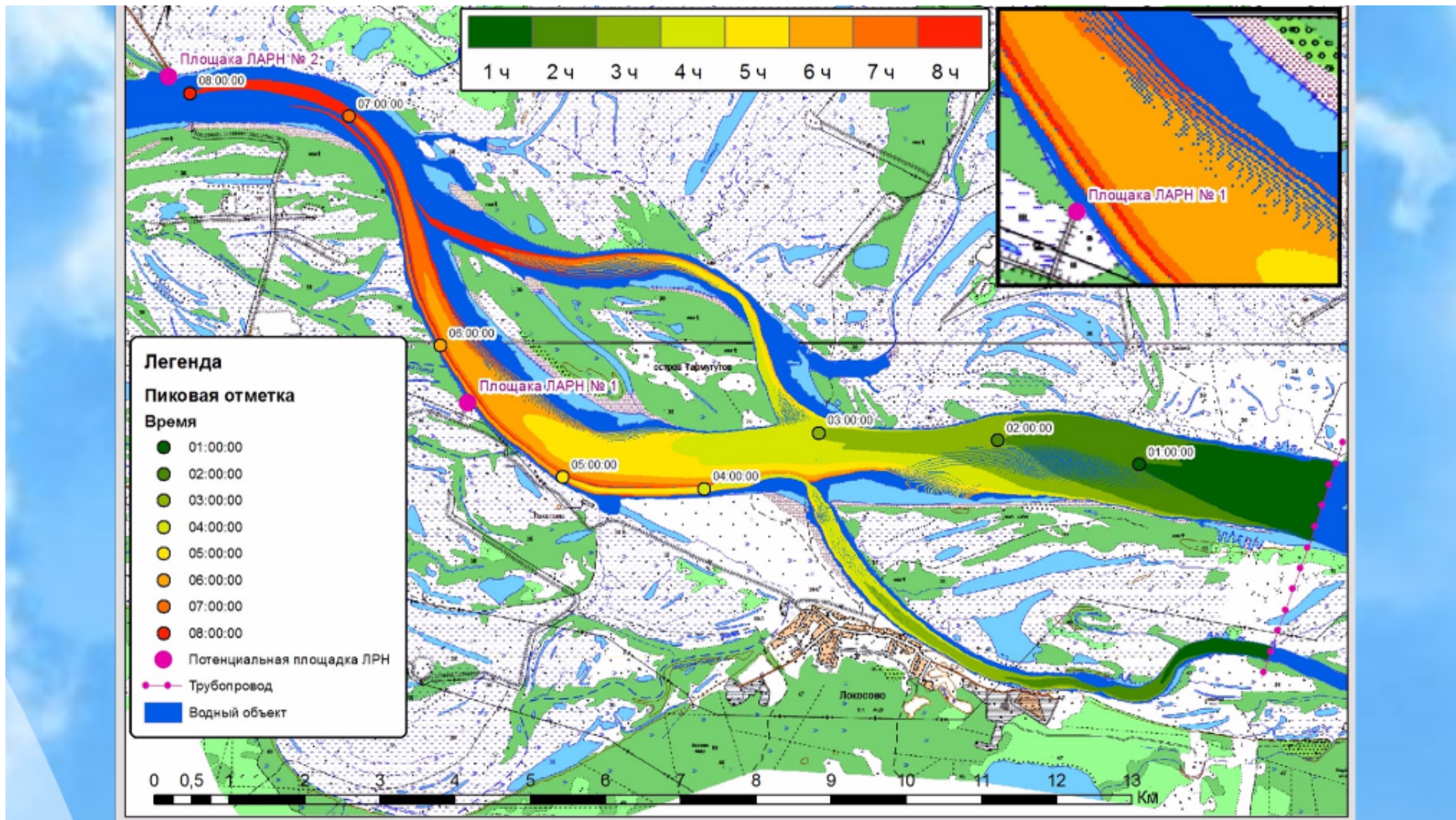
### внедрение методов и моделей ИИ

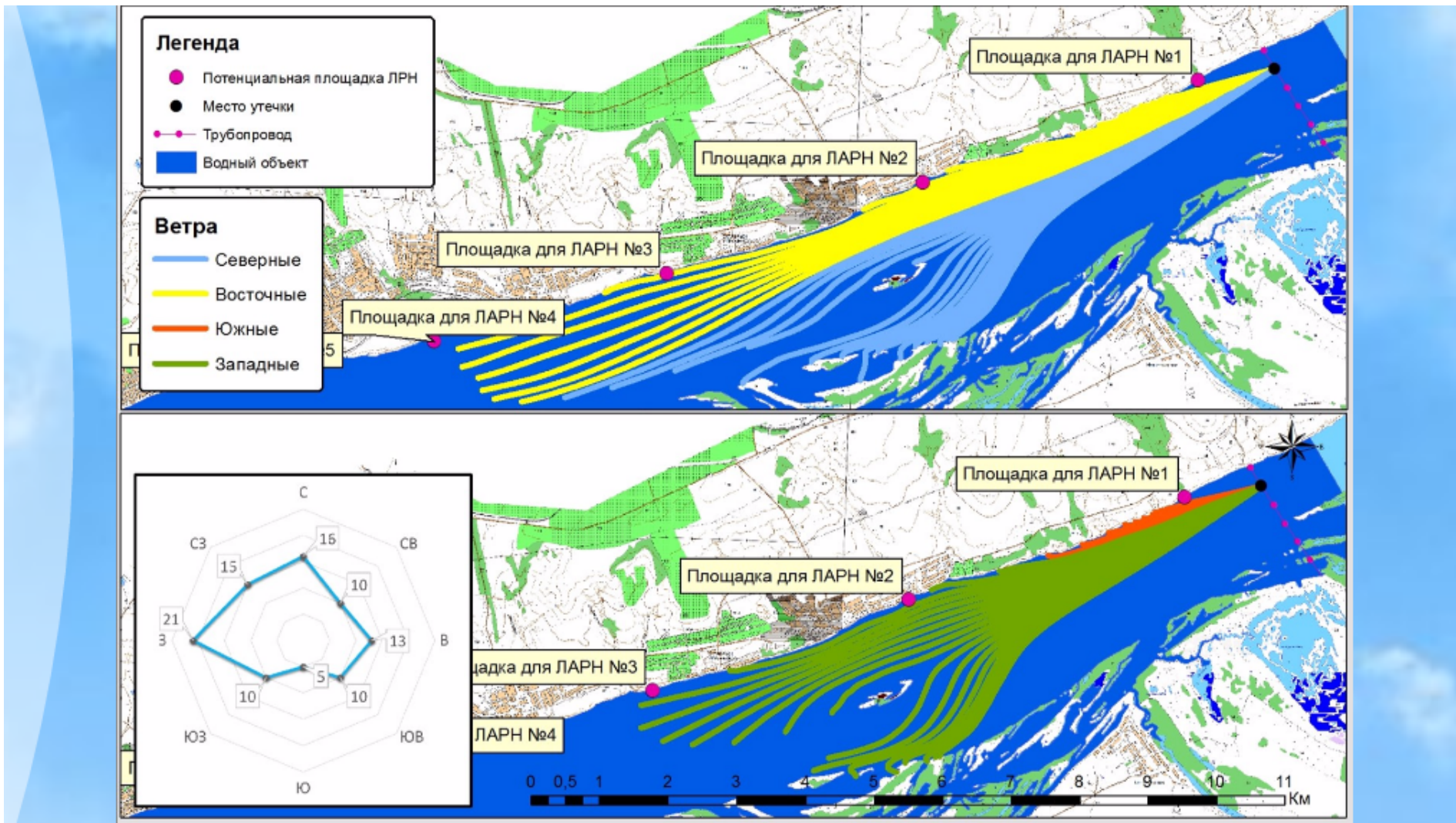
- агентное моделирование
- нечеткая логика
- нейронные сети
- генетические алгоритмы

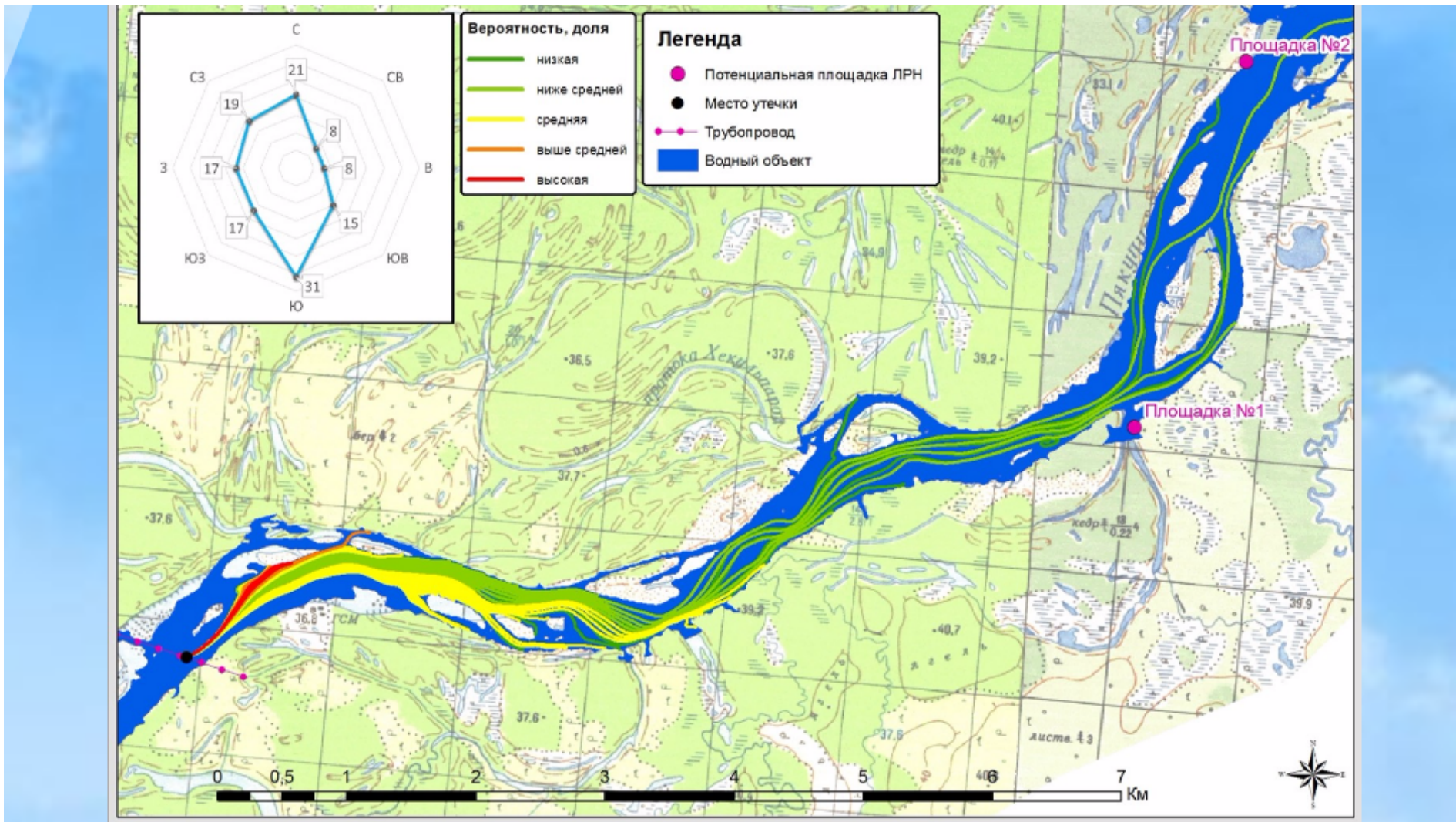
### алгоритмизация моделей реагирования

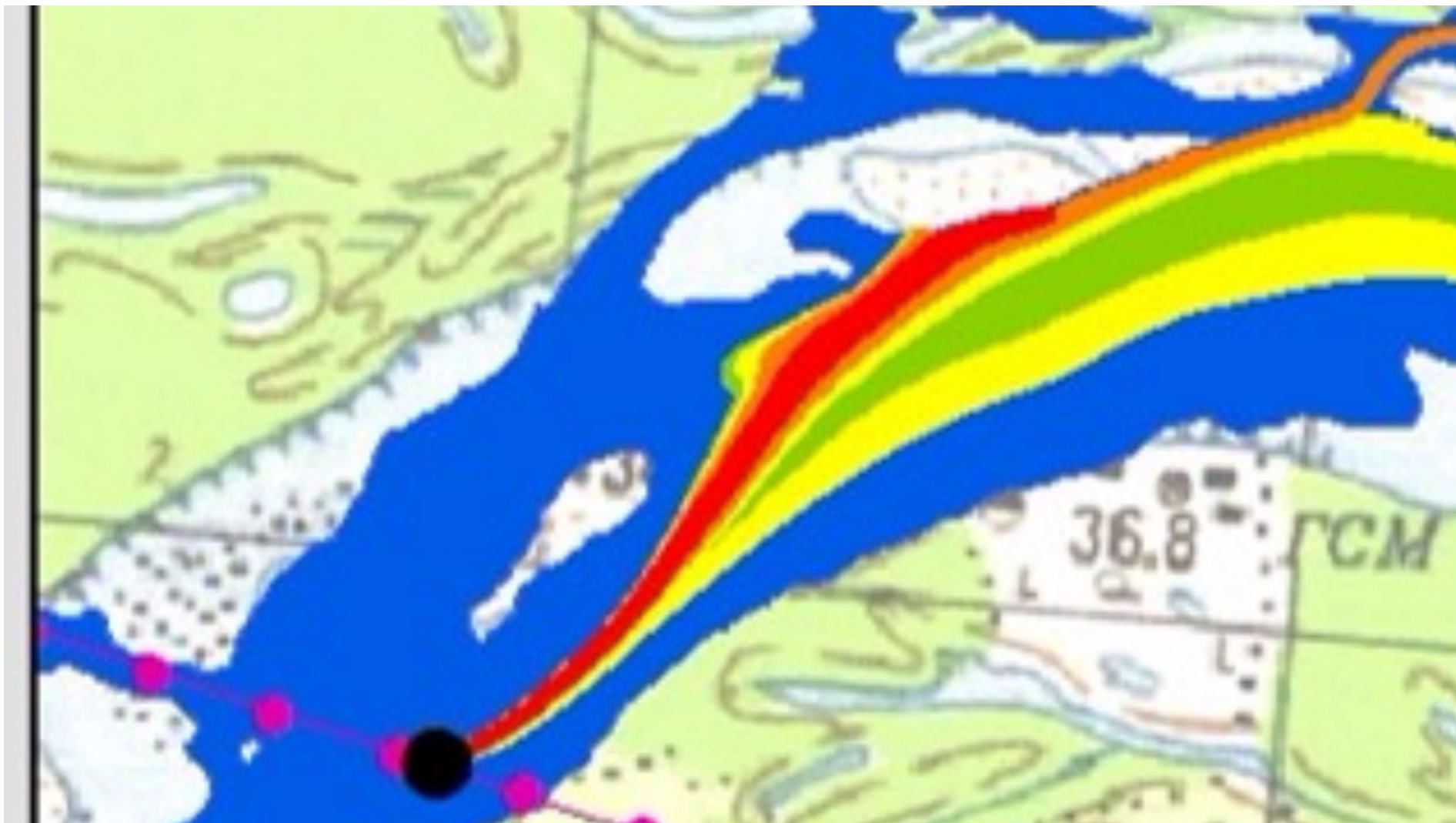
- творческие решения "все и сразу"
- пространственные решения задач локализации и ликвидации

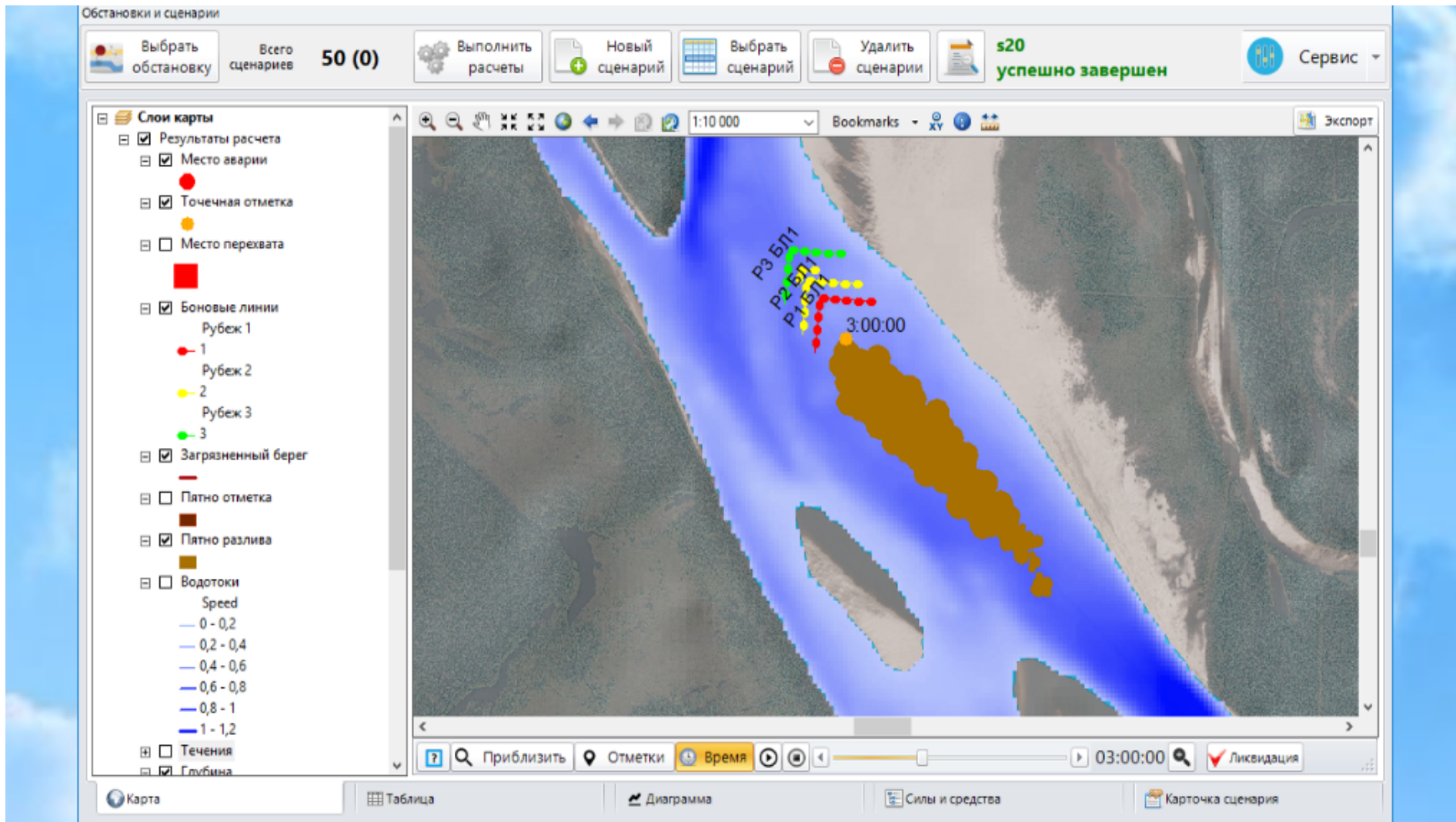


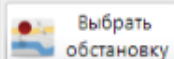




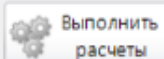
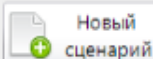
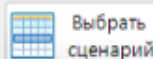
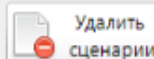






Выбрать  
обстановкуВсего  
сценариев

50 (0)

Выполнить  
расчетыНовый  
сценарийВыбрать  
сценарийУдалить  
сценарииs20  
успешно завершен

Сервис ▾

Оценка достаточности Экспорт

01:00:00

02:00:00

03:00:00

04:00:00

05:00:00

06:00:00

07:00:00

08:00:00

Площадка № 1(06:20:00)

Рубеж №1

Боновая линия № 1

Рубеж №2

Боновая линия № 1

Боновая линия № 2

Рубеж №3

Боновая линия № 1

Боновые заграждения

Насосы

Сорбенты

Емкости для сбора

Вакуумные установки

Мотопомпы

Плавсредства

Ледовое оборудование

Транспорт

Допоборудование

Персонал

Общая протяженность речных боновых заграждений: 339 м

Общая протяженность береговых боновых заграждений: 209 м

Необходимая производительность сбора: 99,9 м<sup>3</sup>/чПотенциальный объем собранной нефти: 1 196,7 м<sup>3</sup>

Для данного рубежа необходимо плавательных средств 3 ед., одно из которых с мощностью не менее 68 л.с.

Количество боновых линий: 2

Линия №: 1

Рекомендуемый угол установки: 45

Протяженность речного заграждения: 254,2 м

Протяженность берегового заграждения: 179,8 м

Потенциальный объем собранной нефти: 1 077,1 м<sup>3</sup>

Линия №: 2

Рекомендуемый угол установки: 45

Протяженность речного заграждения: 84,7 м

Протяженность берегового заграждения: 28,9 м

Потенциальный объем собранной нефти: 119,7 м<sup>3</sup>

Карта

Таблица

Диаграмма

Силы и средства

Карточка сценария

## Вектор развития

### заимствование принципов систем моделирования

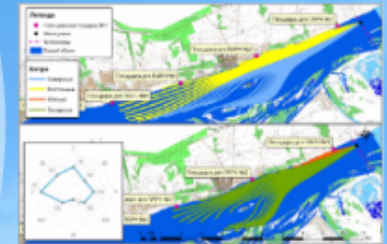
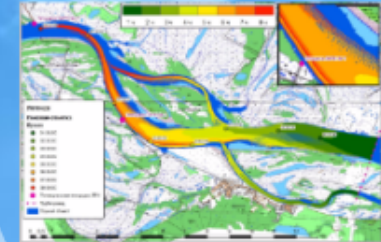
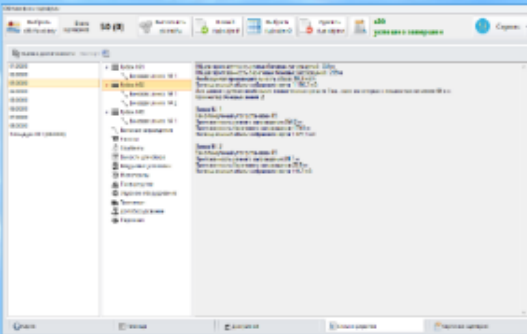
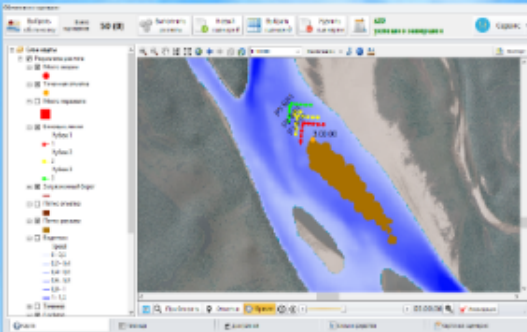
- гибридные сетки
- акцент в сторону многомерных форматов

### внедрение методов и моделей ИИ

- агентное моделирование
- нечеткая логика
- нейронные сети
- генетические алгоритмы

### алгоритмизация моделей реагирования

- творческие решения "все и сразу"
- пространственные решения задач локализации и ликвидации





## Вектор развития

### заимствование принципов систем моделирования

- гибридные сетки
- акцент в сторону многомерных форматов

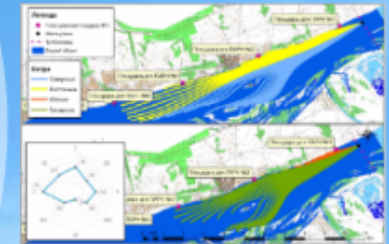
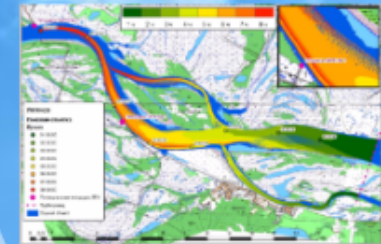
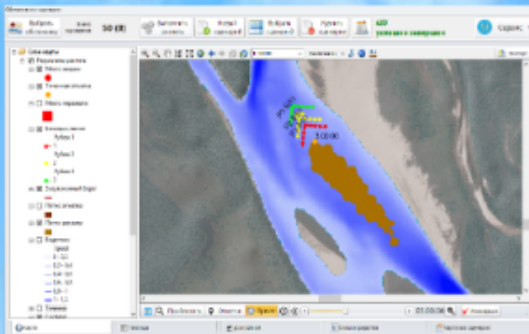
### внедрение методов и моделей ИИ

- агентное моделирование
- нечеткая логика
- нейронные сети
- генетические алгоритмы

### алгоритмизация моделей реагирования

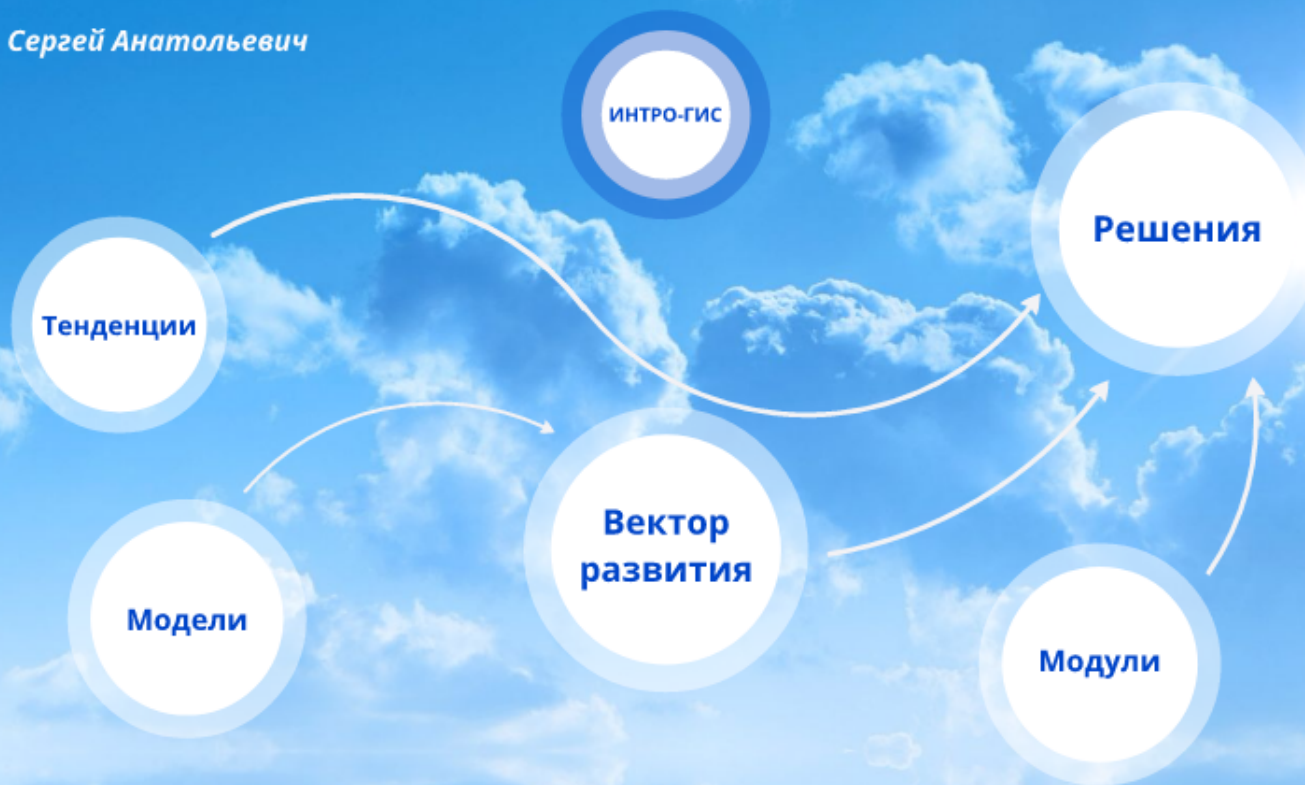
- творческие решения "все и сразу"
- пространственные решения задач локализации и ликвидации

### использование "облачных" технологий



# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

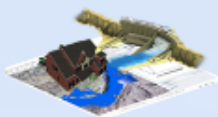
*Митакович Сергей Анатольевич*



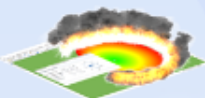
## Модули

- более 30 методик
- упрощенный и сложный анализ
- модуль расширения и набор инструментов геообработки

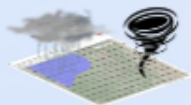
Гидро ЧС



Лесной пожар



Метео



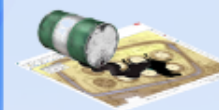
Техно ЧС (оператор)



Техно ЧС (эксперт)



Разлив нефти



Загрязнение среды



**Техно ЧС (оператор)**



**Техно ЧС (эксперт)**

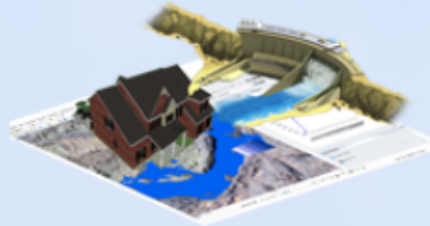
аботки



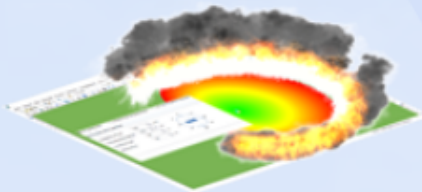
**Разлив нефти**

**Загрязнение среды**

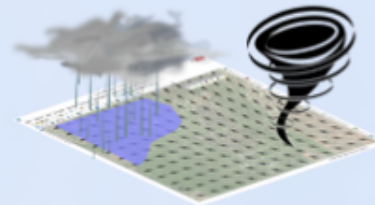
**Гидро ЧС**



**Лесной пожар**



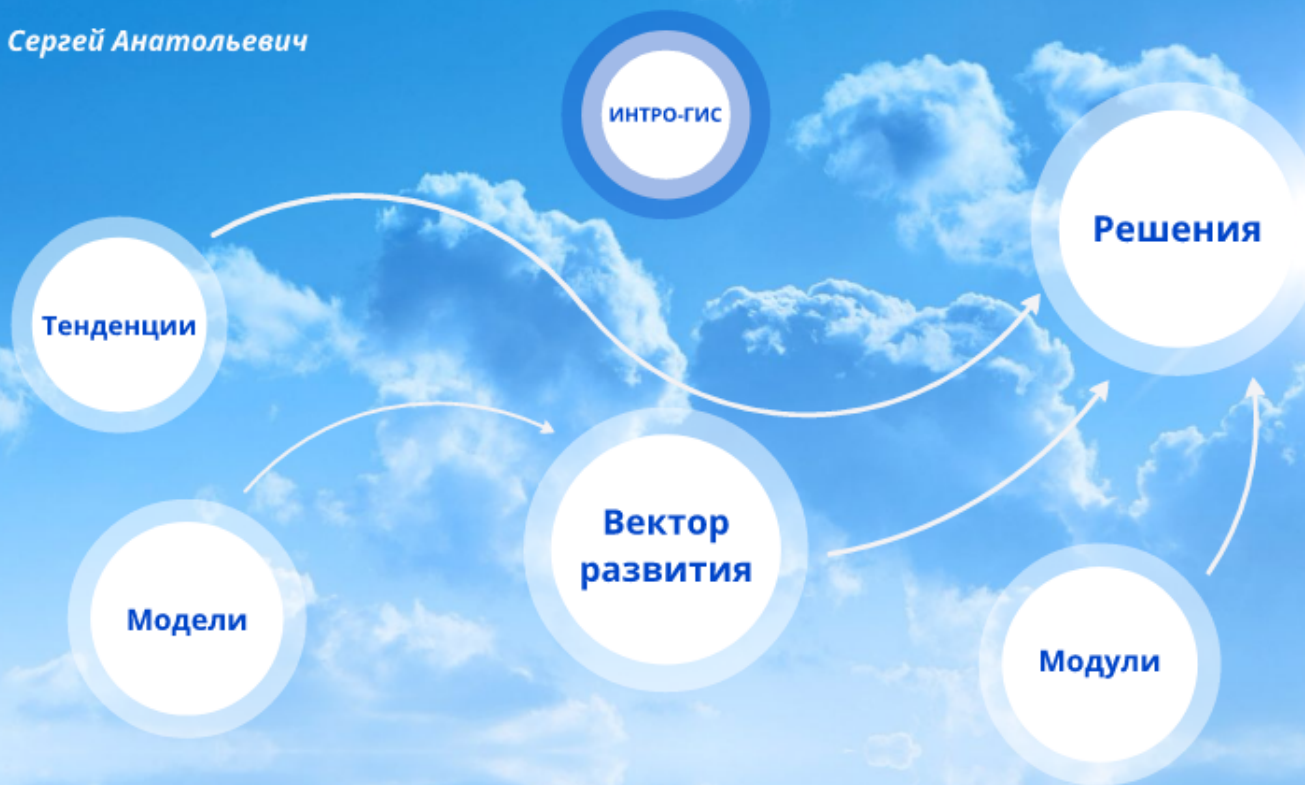
**Метео**



- упрощенный и сло
- модуль расширени инструментов геоо

# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*



# Решения

- *модели данных*
- *комбинация настольных, веб, мобильных приложений*
- *примеры из практики*

**Риски на трубопроводе**

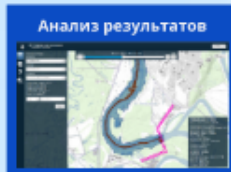
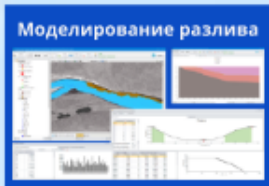
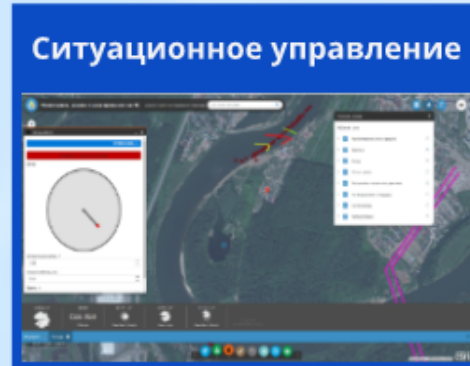
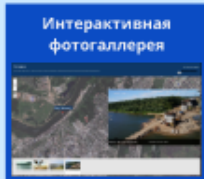
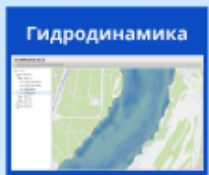
**Риски лесных пожаров**

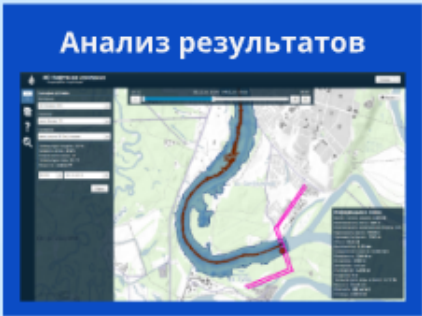
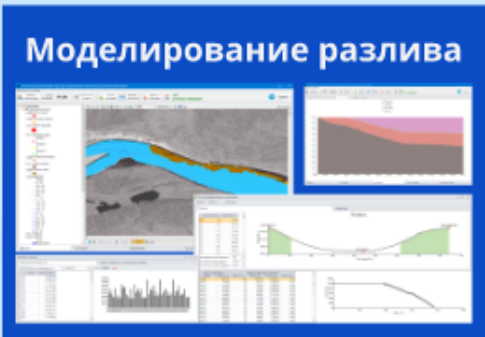
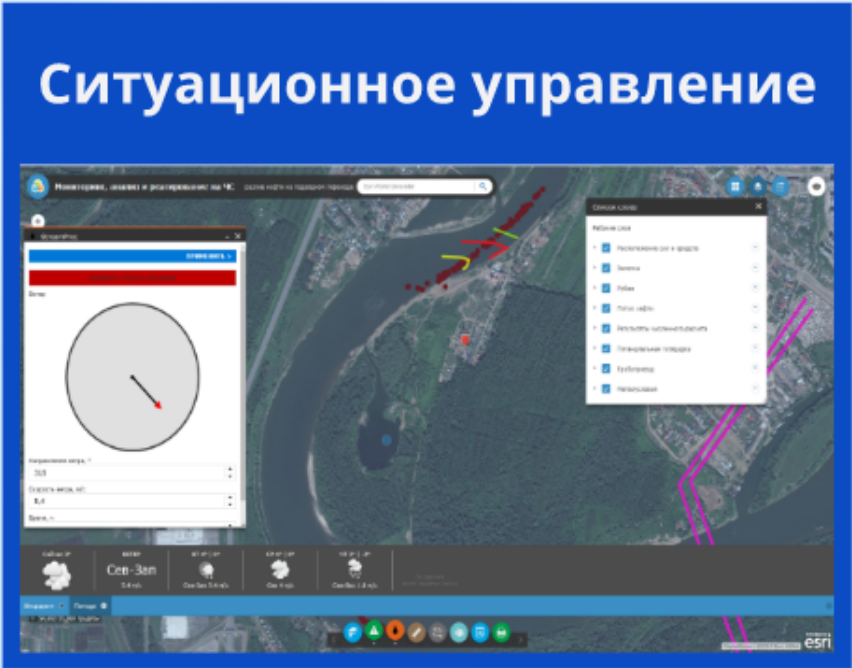
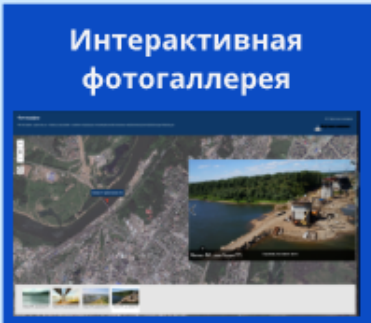
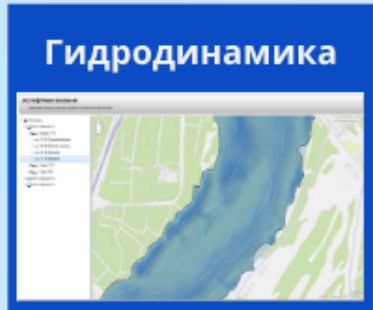
**Гидрологические риски**

**Разлив нефти**

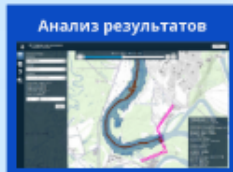
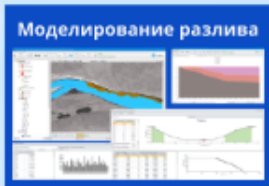
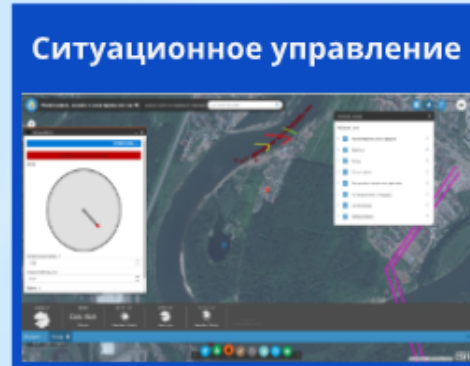
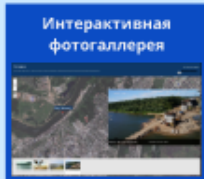
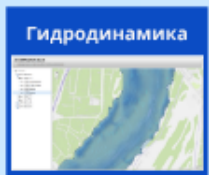


# Разлив нефти

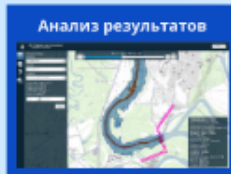
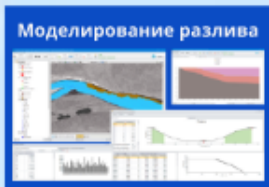
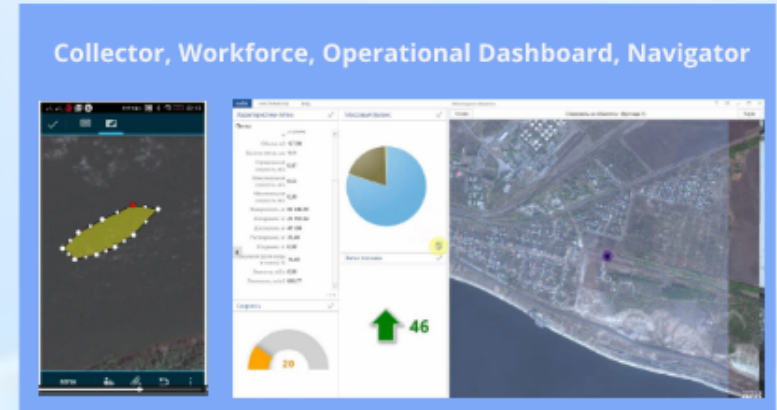
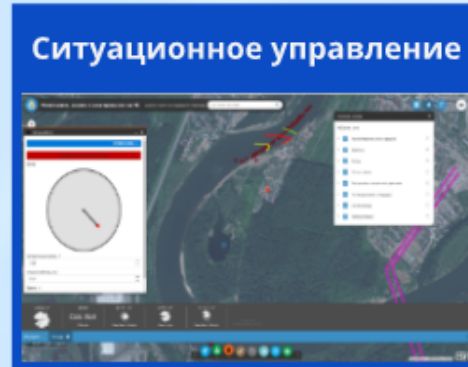
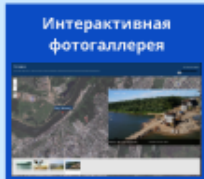
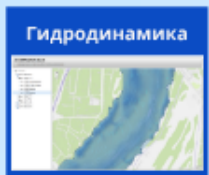
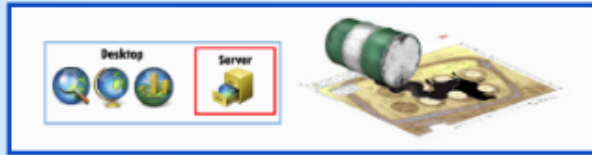




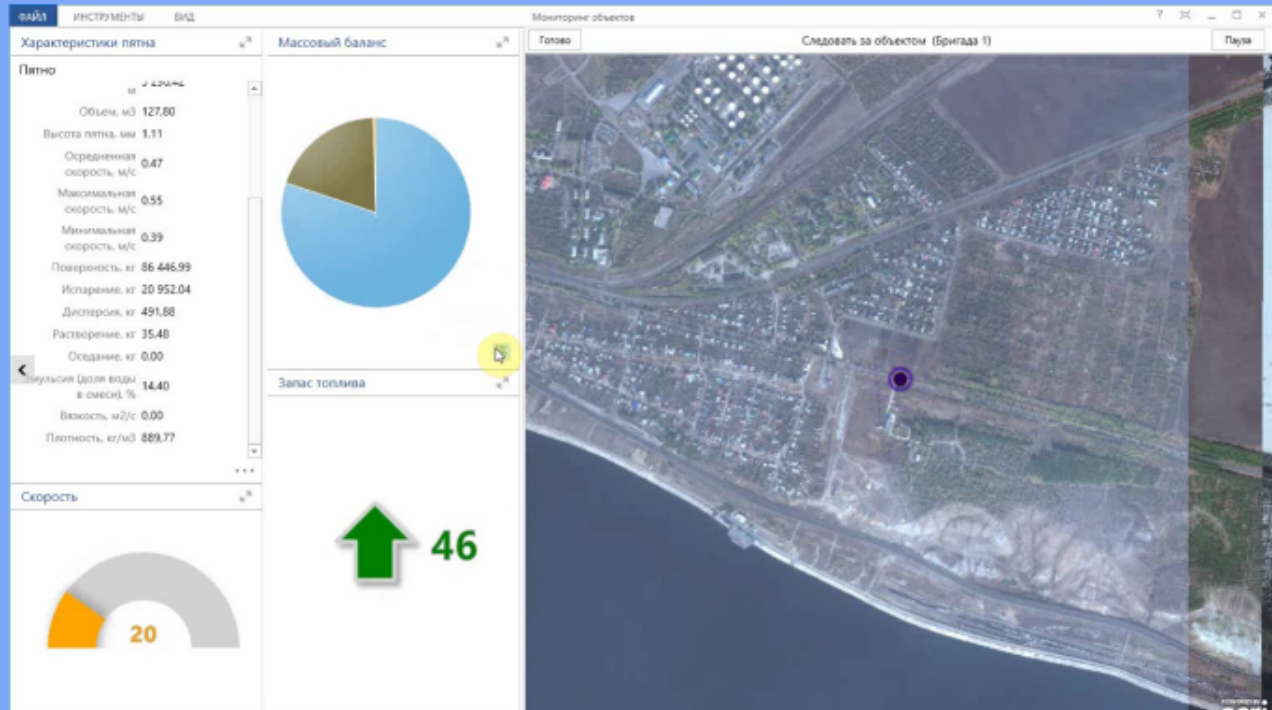
# Разлив нефти



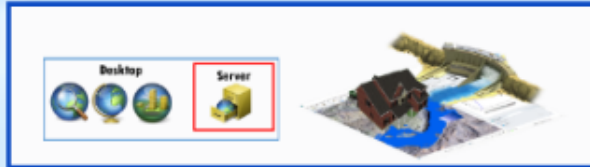
# Разлив нефти



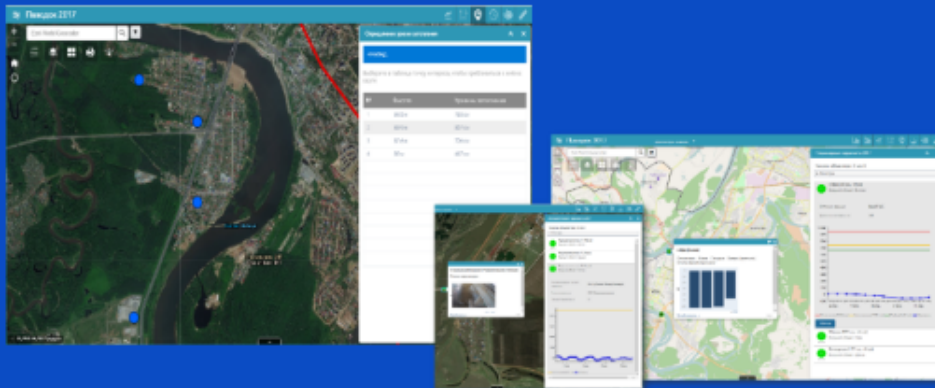
# Collector, Workforce, Operational Dashboard, Navigator



# Гидрологические риски



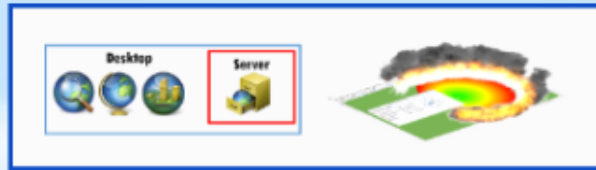
## Мониторинг и анализ паводковой обстановки



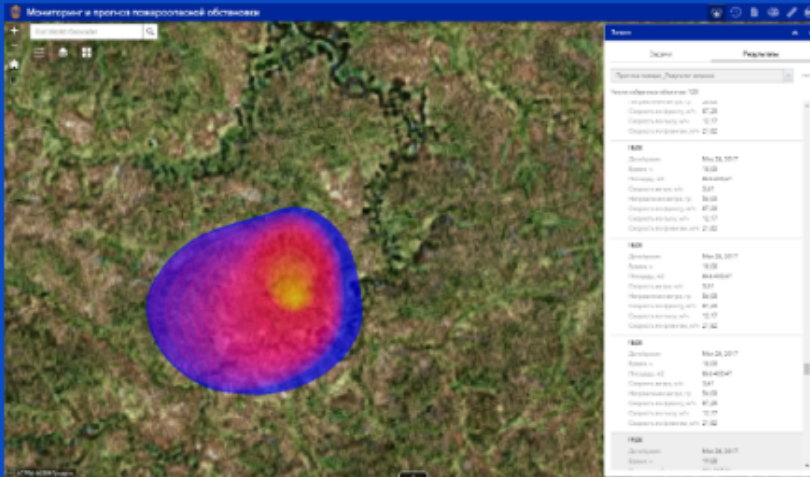
## 3D анализ зон затопления



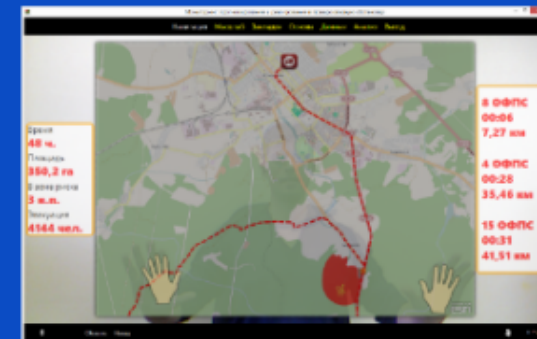
# Риски лесных пожаров



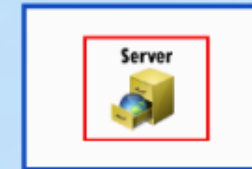
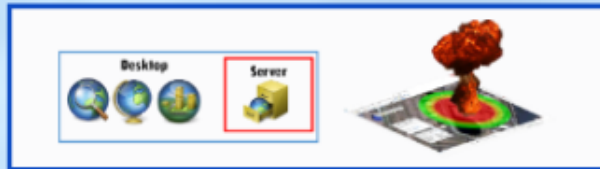
## Мониторинг и анализ пожароопасной обстановки



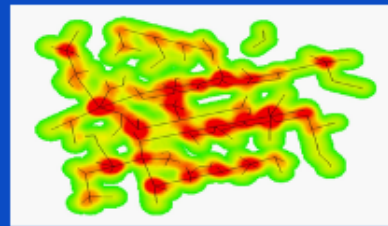
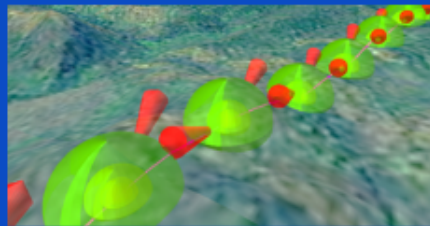
## Ситуационное управление на базе естественного интерфейса



# Риски на трубопроводе



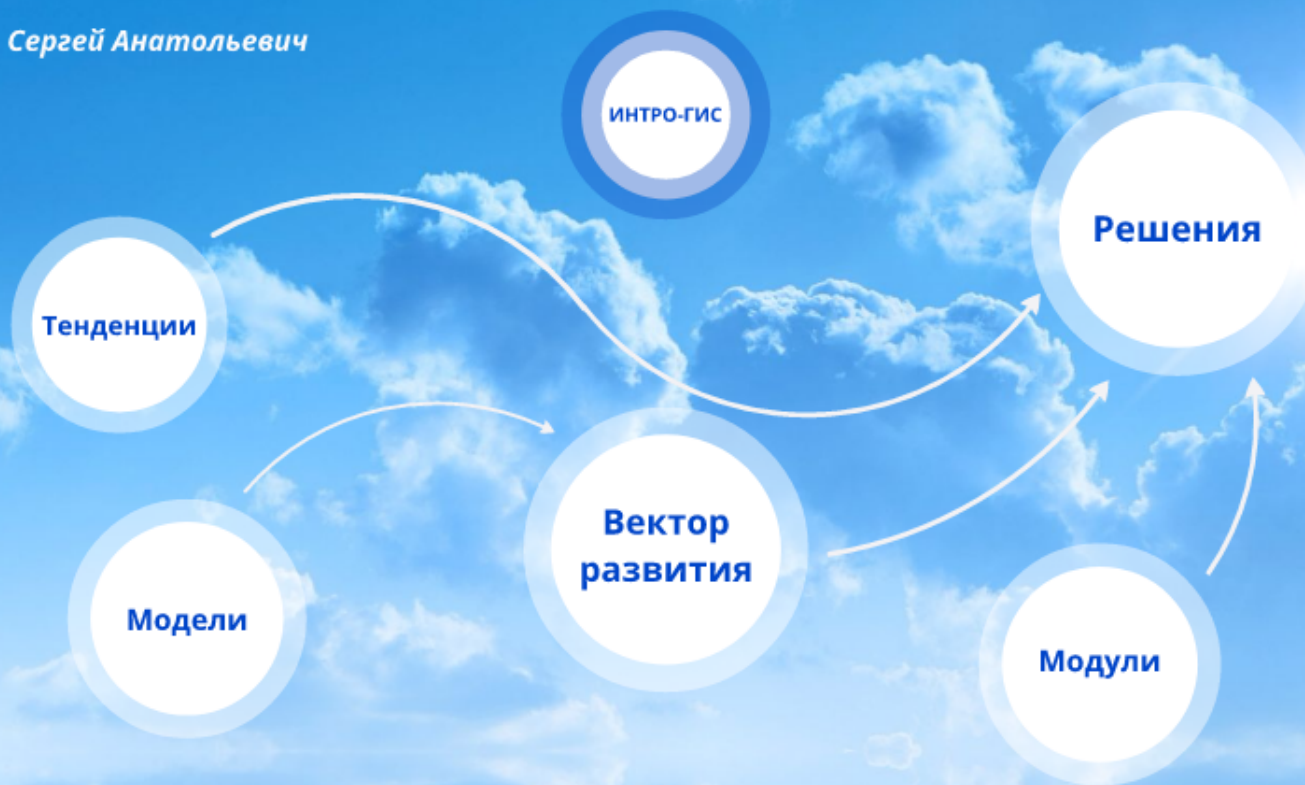
Настольные и веб- приложения для  
многофакторного анализа и просмотра рисков





# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*



# Обновлённые решения по экологической и промышленной безопасности на платформе ArcGIS

*Митакович Сергей Анатольевич*



**Спасибо за внимание !**