



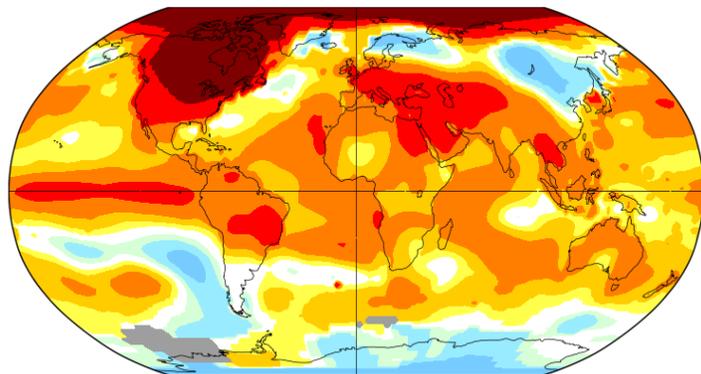
*«Геоинформационные стратегии управления рисками:
от инженерных изысканий до космического мониторинга»*

**Аковецкий В.Г. , д.т.н., профессор кафедры геоэкологии,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина**

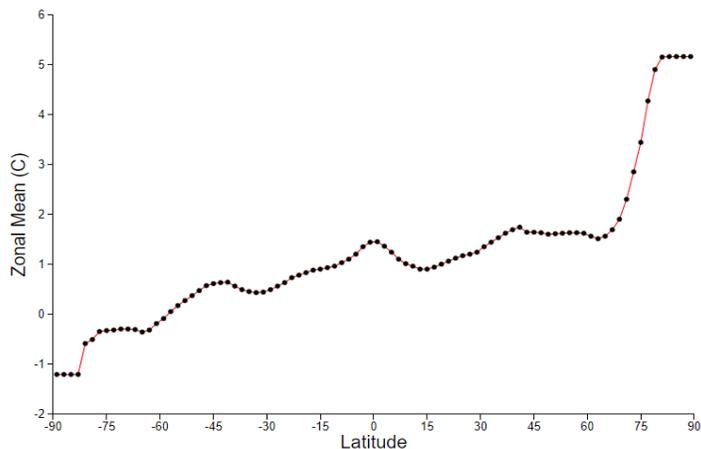
Москва, 15-16 февраля 2024г.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

December 2023 L-OTI (°C) Anomaly vs 1950-2023 1.04



-4.1 -4.0 -2.0 -1.0 -0.5 -0.2 0.2 0.5 1.0 2.0 4.0 9.1



Важным элементом современного устойчивого развития государств является учет влияния происходящих климатических изменения на планете. По данным Всемирной метеорологической организации, 2019 год стал одним из самых теплых в истории инструментальных наблюдений и завершает десятилетие высокой глобальной приземной температуры воздуха, отступлением льда и рекордным повышением уровня моря. Повышение антропогенного радиационного воздействия на $2,72 \text{ Вт м}^{-2}$ в 2019 г. относительно 1750 г. привело к увеличению средней температуры на воздуха $1,5^\circ \text{ C}$.
Происходящее изменение климата и вызванное им глобальное потепление влияет на увеличение числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного происхождения.



- Геофизические явления: землетрясения, цунами, извержения вулканов
- Метеорологические явления: штормы, сильный ветер (шквал, ураган), смерч
- Гидрологические явления: речные наводнения, сели (оползни)
- Климатические явления: экстремальные температуры, лесные пожары, засухи
- Всего

Рис. 1. Data.GISS: температура поверхности GISS.Анализ (v4): Глобальные карты https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/index_v4.html

Рис.2. Динамика таяния ледников в Гренландии в 1979- 2007 гг.

Рис.3. Количество природных катастроф за период 1980–2019 гг. Статистика природных катастроф (источник: Munich Re, NatCatSERVICE, www.munichre.com/touch).

ЧТО ДЕЛАТЬ?

Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030.

Геоэкологические аспекты программы включают:
разработку научно-обоснованных методологий учета данных о потерях от бедствий и их использования в методах моделирования, картирования, мониторинга и оповещения разных видов угроз;
проведение обследований по бедствиям и оценок их риска, составление карт бедствий, в том числе с отражением сценариев изменения климата;
обмен данными и их обновление посредством средств коммуникаций, геоинформационных и космических технологий;
наблюдение за климатом, объектами земной поверхности посредством наземных наблюдений и систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
оценку рисков и потерь от бедствий, уязвимость и характеристику угроз с учетом страновых особенностей.

Градостроительный кодекс [7]:

«Обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений».

СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

В перечень этих задач входит:

получение сведений о природных условиях территории реализации проектов;
обеспечение защиты территорий от природных и техногенных ЧС;
оценка риска возникновения ЧС, а также создания карт и моделей этих территорий.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Современные возможности наблюдений объектов земной поверхности посредством спутниковых группировок создают условия их встраивания в системы контроля и управления безопасностью территорий, где имеют место источники опасных природных и техногенных процессов, в частности, объекты НГК. Примером такого подхода служат системы, использующие симбиоз геоинформационных платформ и комплексов ДЗЗ при анализе больших массивов данных на основе систем искусственного интеллекта.

Целью работы является разработка и практическая апробация геоинформационных стратегий управления рисками посредством минимизации уровня воздействия опасных природных и техногенных процессов в задачах обеспечения экологической безопасности территорий.

Реализация данного подхода предполагает:

построение геоинформационной среды территории проекта, включающей территориальные и объектно-ориентированные модели земной поверхности;

реализацию стратегии управления рисками в рамках геоинформационной среды реализации проекта;

построение моделей оценки риска, их практическую апробацию и верификацию параметров.

Под риском будем понимать вид деятельности, связанный с необходимостью принятия управляющих решений ***в условиях неопределенности*** состояния случайных событий, приводящих к достижению результата или его отклонению посредством незапланированных приобретений или потерь.

В количественном отношении оценка неопределенности предполагает установление уровня возможного отклонения, ожидаемого результата, как в меньшую, так и в большую сторону. Следует отметить, что в ходе получения результата, при реализации принятых решений, происходит устранение неопределенности, то есть происходит уточнение и получение информации о реализуемом процессе.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

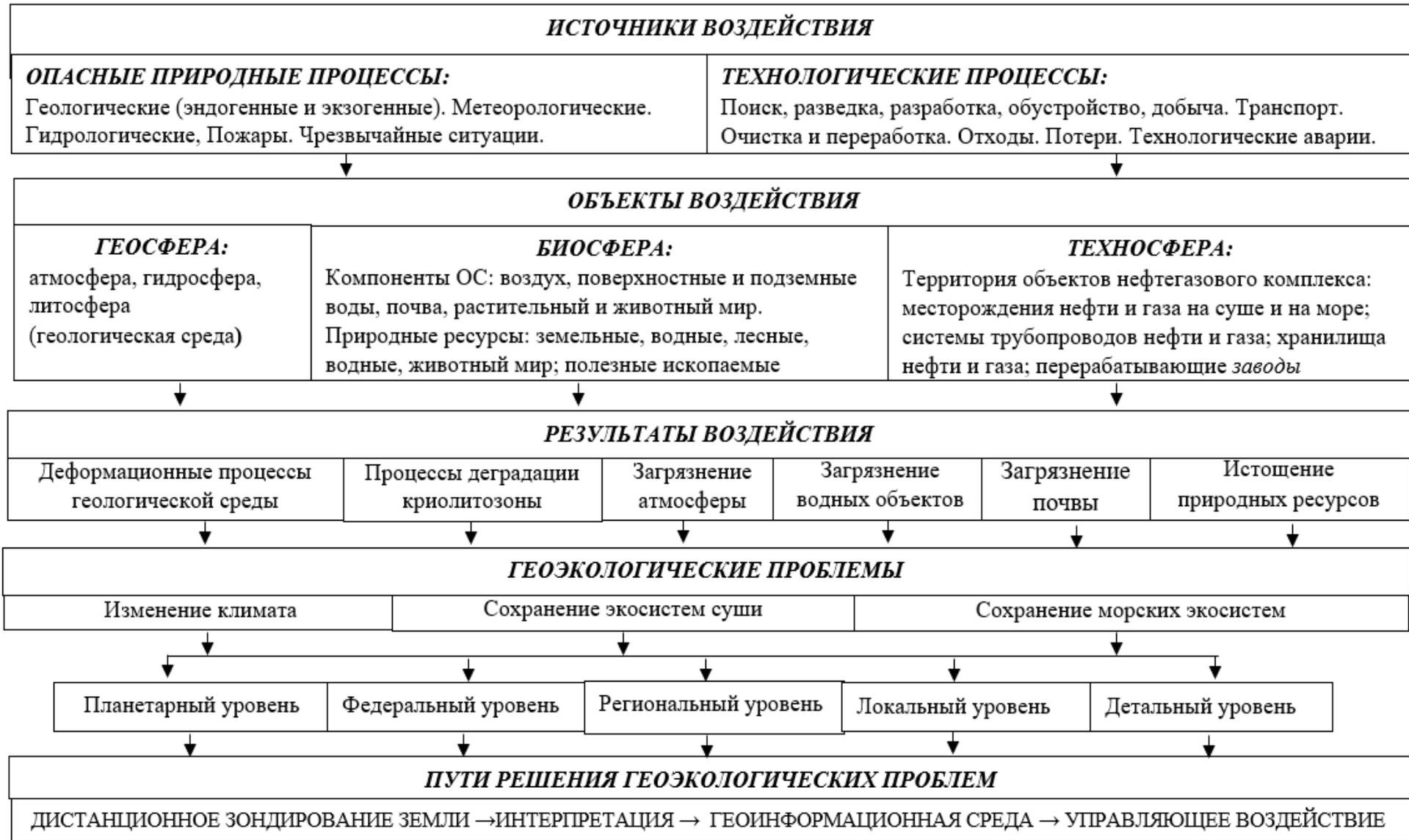


Рис.4. Структурная модель описания проблем устойчивого развития территорий

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА: МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ

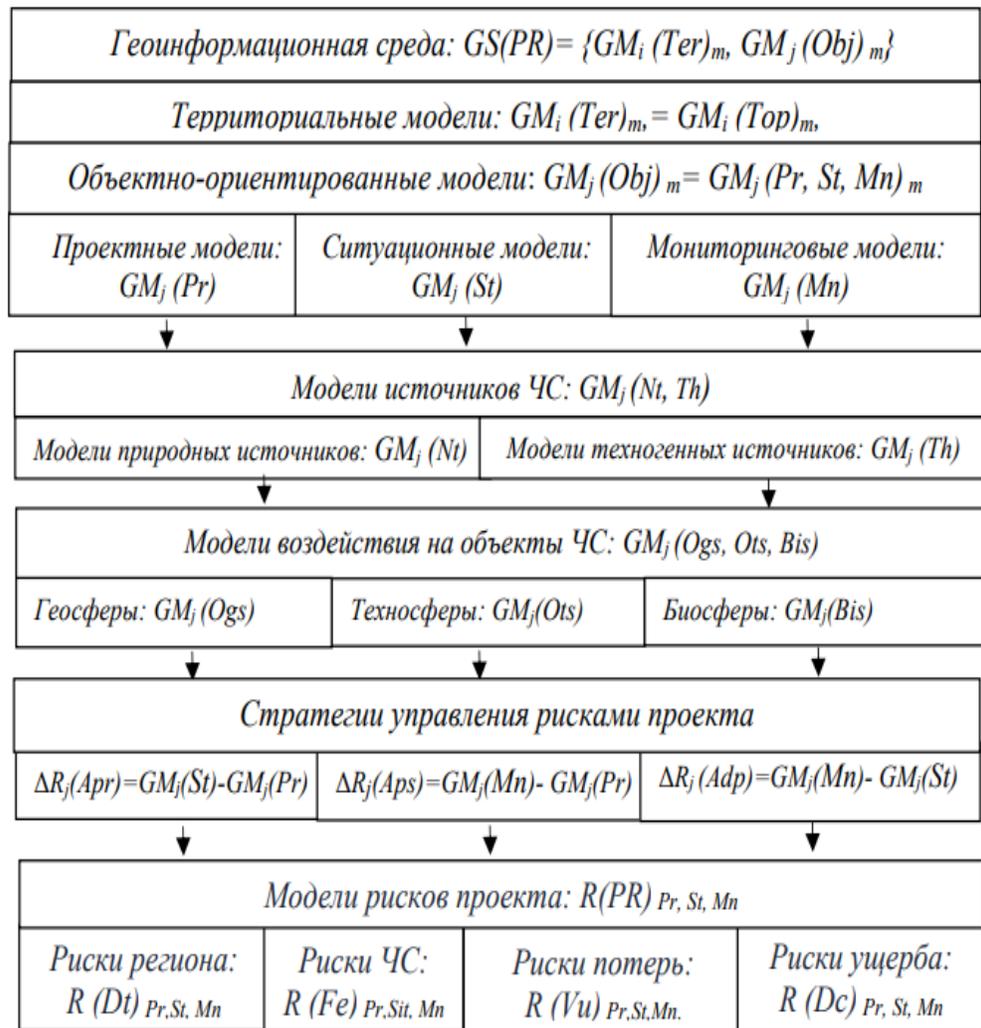


Рис. 6. Структура геоинформационных стратегий управления рисками проектов

Геоинформационная среда управления рисками проекта представляет собой совокупность геопространственных данных, обеспечивающих построение территориальных и объектно-ориентированных моделей исследуемых объектов (процессов) посредством геоинформационных технологий в едином геопозиционированном пространстве. (рис.6.)

Территориальные модели представляют совокупность подмножеств слоев цифровых топографических карт (ЦТК).

Объектно-ориентированные модели отражают параметры объектов на разных этапах реализации проекта.

Проектная модель отображает требуемое (фоновое) положение и состояние объекта на исследуемой территории, реализуемое на основе проектной и рабочей документации. Исходную информацию для их построения получают в ходе инженерных изысканий. Разработка данных моделей отвечает на вопрос: *Какие параметры проекта должны быть в ходе реализации проекта?*

Ситуационная модель позволяет выполнить оценку ситуации при воздействии опасных природных и техногенных процессов. Ее формирование осуществляется на основе информации, получаемой в ходе физического (макетного) и компьютерного (математического) моделирования исследуемых процессов. Их разработка отвечает на вопрос: *Что будет с объектом при условии воздействия на него возмущения соответствующего уровня?* Ее использование позволяет определить допустимые диапазоны параметров реализации проекта.

Мониторинговая модель отражает реальные параметры реализации проекта в заданные моменты времени и отвечает на вопрос: *Какое реальное состояние контролируемых параметров в текущий момент времени?*

СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Априорная стратегия управления рисками ΔR_{ijk} (Apr) устанавливает отклонение k -го параметра j -й проектной модели $GM_{jk}(t)_{Pro}$ от соответствующего его значения в ситуационной модели $GM_{jk}(t)_{Sit}$ на момент времени t :

$$\Delta R_{jk}(Apr) = GM_{jk}(t)_{Sit} - GM_{jk}(t)_{Pro}.$$

Она позволяет осуществлять:

определение диапазонов допустимого отклонения параметров проектной модели;

страхование рисков на основе прогноза изменения параметров среды проекта;

построение сценариев реализации проекта при воздействии риск-факторов и формирование «дерева решения».

Апостериорная стратегия управления рисками ΔR_{jk} (Aps) выполняет контроль рассогласования k -го параметра j -й модели мониторинговых наблюдений $GM_{jk}(t)_{Mon}$ объекта и его проектной модели $GM_{jk}(t)_{Pro}$ на момент времени t :

$$\Delta R_{jk}(Aps) = GM_{jk}(t)_{Mon} - GM_{jk}(t)_{Pro}.$$

Она позволяет выполнить оценку отклонения реальных параметров мониторинговых моделей от их проектных значений при штатных режимах управления проектом на стадии эксплуатации проекта.

Адаптивная стратегия управления рисками ΔR_{ijk} (Adp) определяет рассогласование k -го параметра j -й ситуационной модели $GM_{jk}(t)_{Sit}$ объекта и мониторинговой модели $GM_{jk}(t)_{Mon}$ на момент времени t :

$$\Delta R_{jk}(Adp) = GM_{jk}(t)_{Mon} - GM_{jk}(t)_{Sit}$$

или рассогласование параметров моделей мониторинга в моменты времени t и $t-1$

$$\Delta R_{jk}(Adp) = GM_{jk}(t)_{Mon} - GM_{jk}(t-1)_{Mon}.$$

Она позволяет учесть возможные варианты развития ЧС посредством:

локализации источника и прогноза аномального воздействия риск-факторов;

оперативного контроля изменения реальных параметров модели объекта;

оптимизации инженерно-технических мероприятий при ликвидации ущерба.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

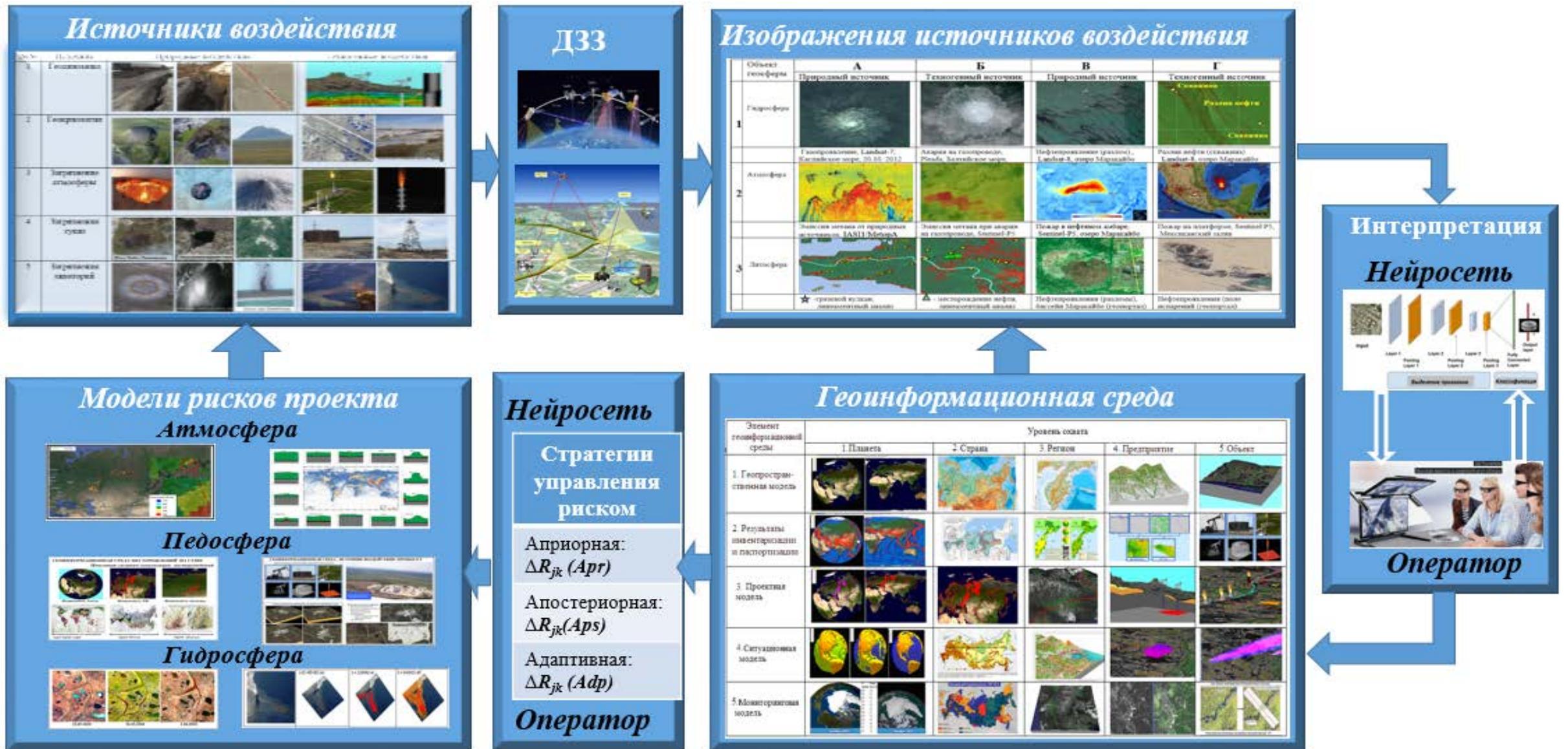


Рис.7. Структурная модель стратегиями управления рисками проекта

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ



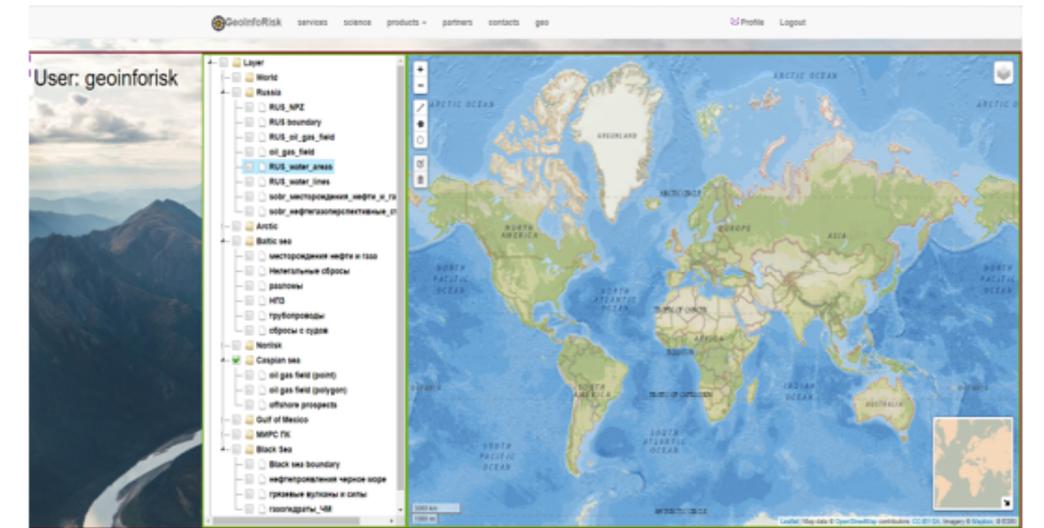
Рис.8 . Структура построения геоинформационной среды проектов

ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ АГИР-ТМ



AGIR - ТМ
Файл Справка

- RasterMap** – программа для работы с растровыми картами
- VectorMap** – программа для работы с векторными картами
- 3DMap** – программа для отображения 3D карт
- Photo** – программа для работы со снимками
- ObjectEdit** – программа построения 3D объектов
- StoreHouse** – программа для работы с базами данных
- Math** – программа для математического моделирования



User: geoinforisk

World, Russia, RUS_NPZ, RUS_boundary, RUS_oil_gas_field, oil_gas_field, RUS_water_areas, RUS_water_lines, добr_месторождения_нефти_и_га, добr_нефтегазоперспективные_с, Arctic, Baltic sea, месторождения нефти и газа, Искусственные объекты, разломы, НПЗ, трубопроводы, объекты с газом, Northx, Caspian sea, oil gas field (point), oil gas field (polygon), offshore prospects, Gulf of Mexico, MPEC ГИ, Black Sea, Black sea boundary, нефтегазовые черные моря, газовые вулканы и салты, газодобыча_НВ

состав: Россия
field: Золотая-Алисска-разработка
name: ООО «НПЗ» (субъект нефтяных компаний)
gas: 1000000000000
oil: 1000000000000
water: 1000000000000
type: добr_месторождения_нефти_и_га

а) Комплекс программ АГИР-ТМ

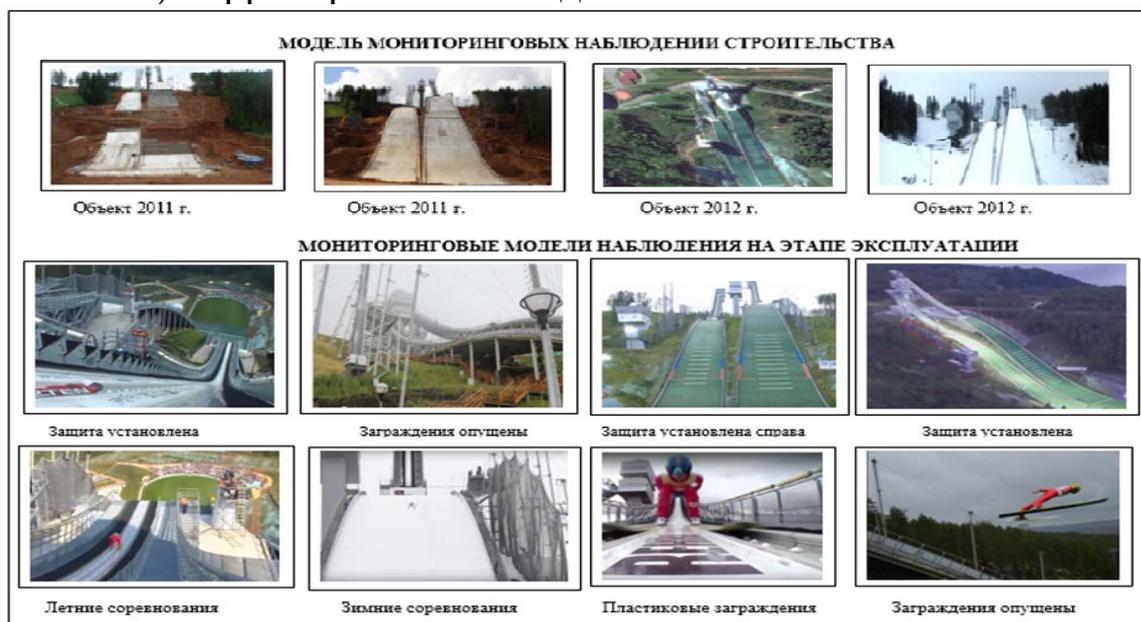
б) Геопортал «Геоинфориск»

Рис.9. Опытный образец цифровой платформы геоинформационной среды управления рисками

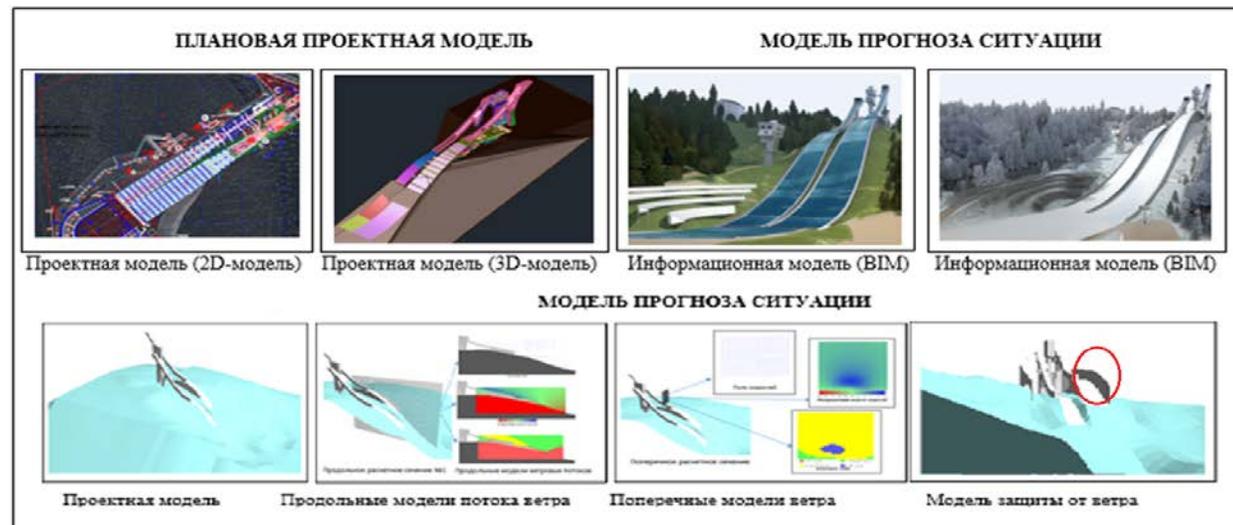
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА



а) Территориальные модели



в) Мониторинговые модели



б) проектные и ситуационные модели

10а) **Фоновые территориальные модели:** ЦТК; ортофотоплан; планы размещения на ЦТК и ортофотоплане; ЦМР склона; объект на ЦМР; 3-D модель ветровых потоков на склонах; 3-D модель склоновых деформаций.

10б) **Проектные модели объекта:** 2D- модель трамплина; 3-D модель трамплина; Информационные модели BIM объекта летом и зимой;

Ситуационные модели : вид трамплина с запада; характеристики скоростей ветрового потока (поля скоростей, модуля скоростей и ветровых зон) при продольном сечении и поперечном сечении; модели положения защитного экрана на комплекс.

10в) **Мониторинговые модели** отражают модель трамплина на этапах: строительства (лето и зима 2011 г.); эксплуатации - модели трамплинов с защитным экраном (лето и зима). Их успешная эксплуатация и снижение ветровых потоков до допустимого уровня показывают эффективность использования модельных решений при управлении природными рисками.

Рис.10. Геоинформационные модели оценки риска ветровых нагрузок

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ШУМА НА ПРИАЭРОДРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

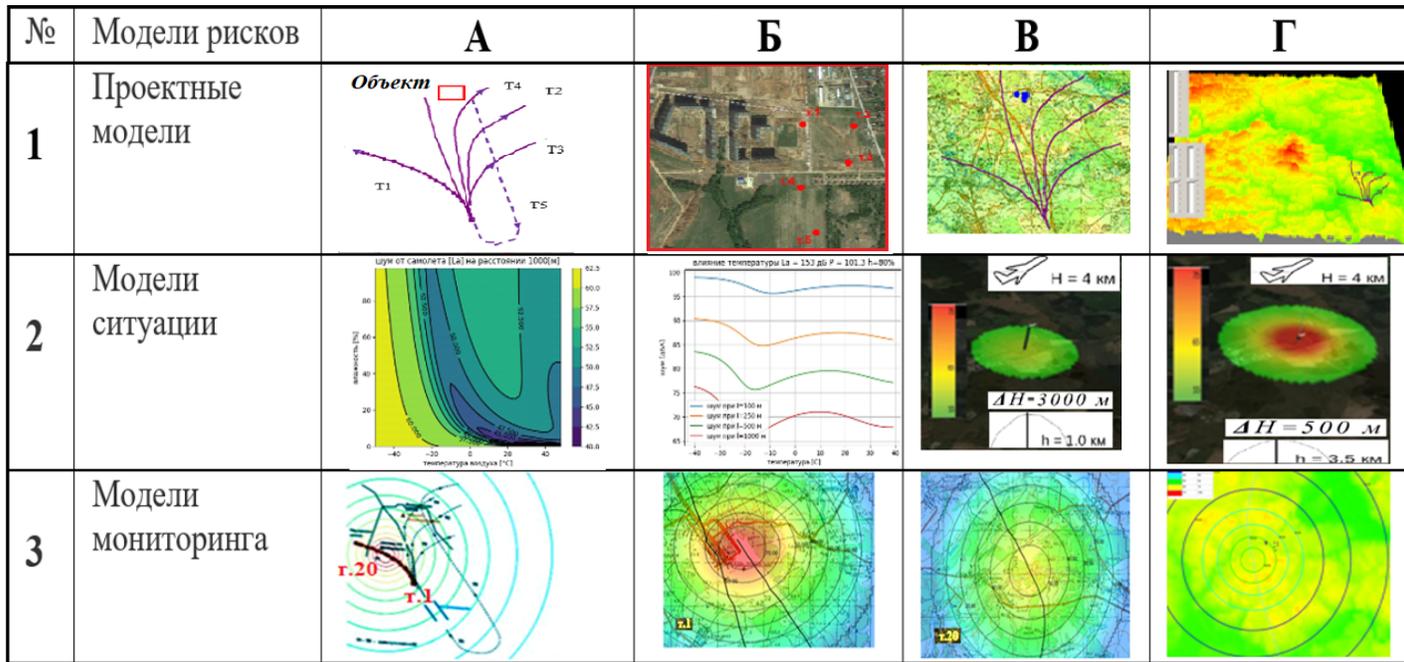


Рис.11. Объектно-ориентированные модели оценки риска воздействия шума

Таблица 1 Оценка погрешности определения максимальных уровней звука

№ п/п	Контрольные точки	Максимальный уровень звука, дБА			
		Измеренные значения $L_{Амакс}$	Расчетные значения, $L_{Амакс}$	Абсолютная погрешность, ΔL_{Ai}	Относительная погрешность, $\Delta L_{Ai}/L_{Ai}$
1	т.1	53,01	53,66	0,65	0,012 (1,2%)
2	т.2	51,89	52,62	0,73	0,014 (1,4%)
3	т.3	52,06	52,12	0,06	0,001(0,1%)
4	т.4	53,35	53,65	0,30	0,006 (0,6%)
5	т.5	52,84	53,64	0,80	0,015 (1,5%)
	Средние значения			0,51	0,01(1,0%)

Модели фонового состояния территории:

А1: Проектная схема траекторий взлета воздушного судна (ВС);
 Б1: Ортофотоплан с положением контрольных точек верификации модели шума;
 В1: Проекция взлета на ЦТК приаэродромной территории.
 Г1: Территориальная модель –ЦМР с траекториями взлета ВС.

Ситуационные модели:

А2: Модель изменения уровня шума при вариациях параметров влажности и температуры;
 Б2: Модель изменение уровня шума при вариации температуры воздуха;
 Модели изменение уровня шума при перепаде высот:
 В2 - $\Delta H=3000$ м; Г2- $\Delta H=500$.

Мониторинговые модели определение уровня шума:

А3: Схема траектории взлета- контрольные точки –т.1 и т.20;
 Б3: Модель уровня шума в момент отрыва ВС от земли (т.1);
 В3: Модель уровня шума в момент набора высота ВС (т.20);
 Г3: Модель уровня шума на ЦМР исследуемой территории.

Верификация модели уровня шума была проведена на основе использования 5 контрольных точек , показанных на снимке Б1. Исследования включили оценку уровня рассогласования результатов физических измерений и математического моделирования. Физические измерения были получены для самолета AIRBUS A319 по маршруту взлета траектории Т4, которая проходит наиболее близко к исследуемому участку А1 с помощью шумомера. Значения абсолютных ΔL_{Ai} и относительных $\Delta L_{Ai}/L_{ai}$ уровней рассогласования значений уровней звука приведены в таблице 1.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЧС НА РЕЧНЫХ АКВАТОРИЯХ

Природные источники возникновения ЧС

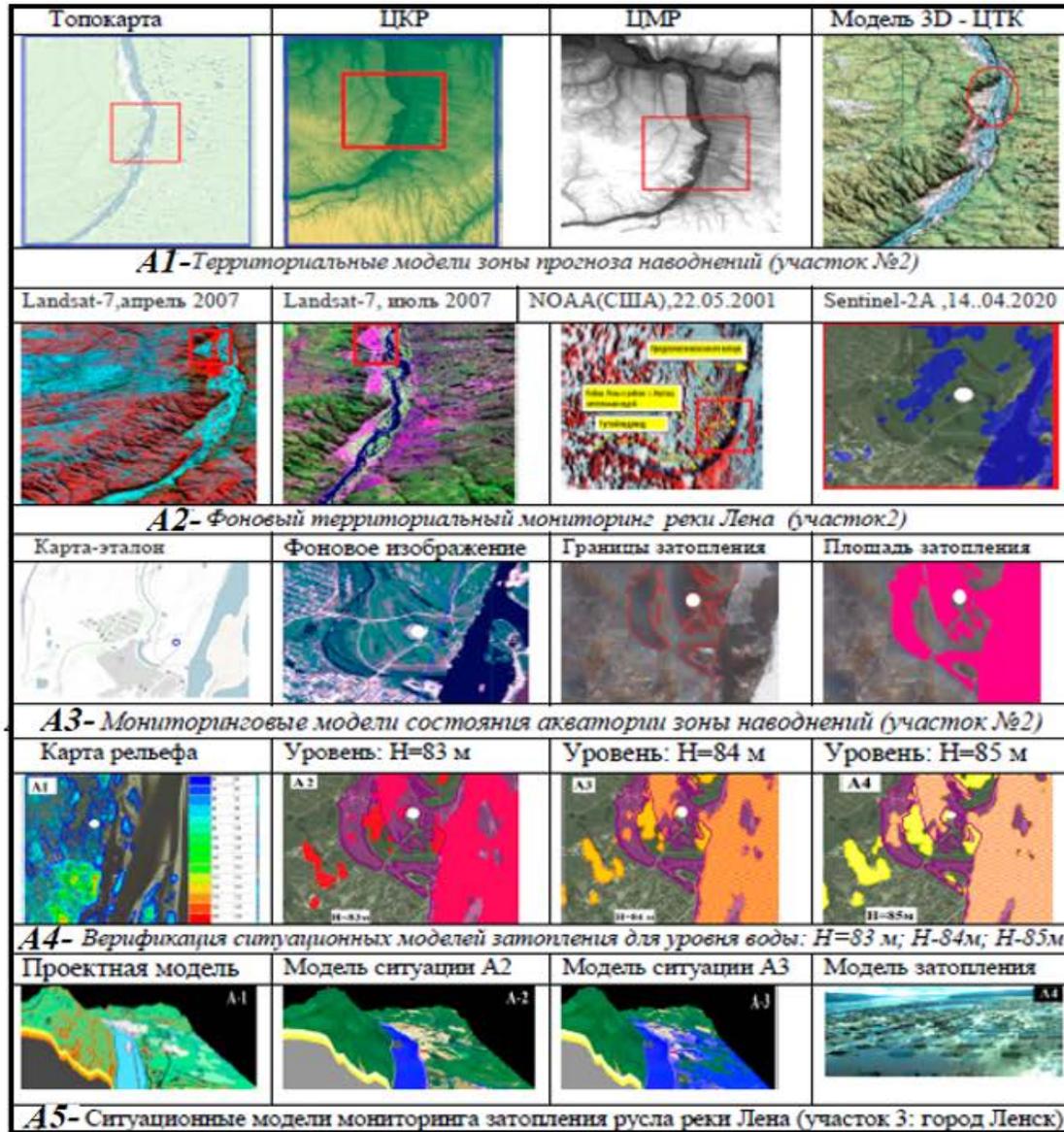


Рис.12 Модели оценки природных рисков ЧС

Б: Техногенные источники воздействия

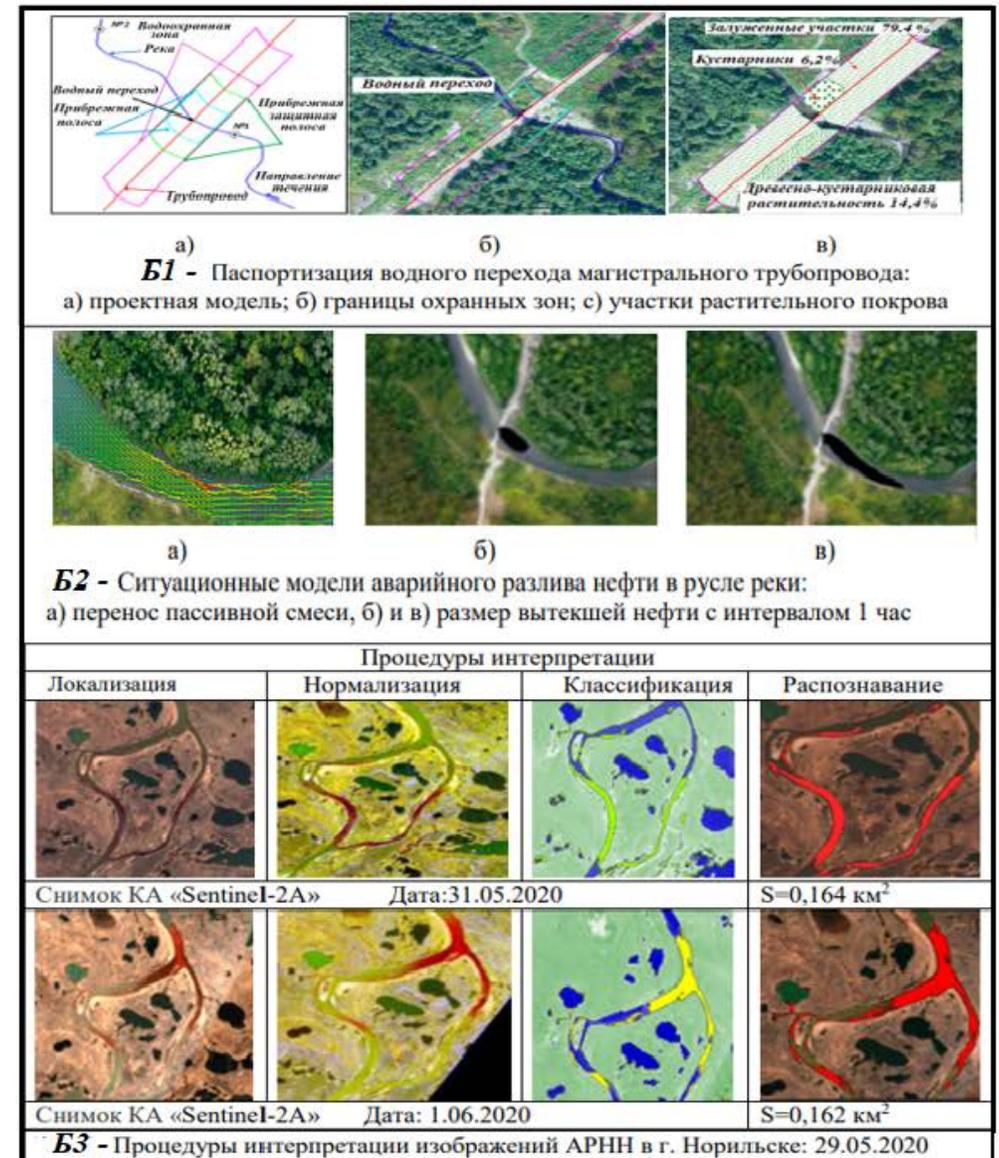


Рис.13. Модели оценки техногенных рисков ЧС

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

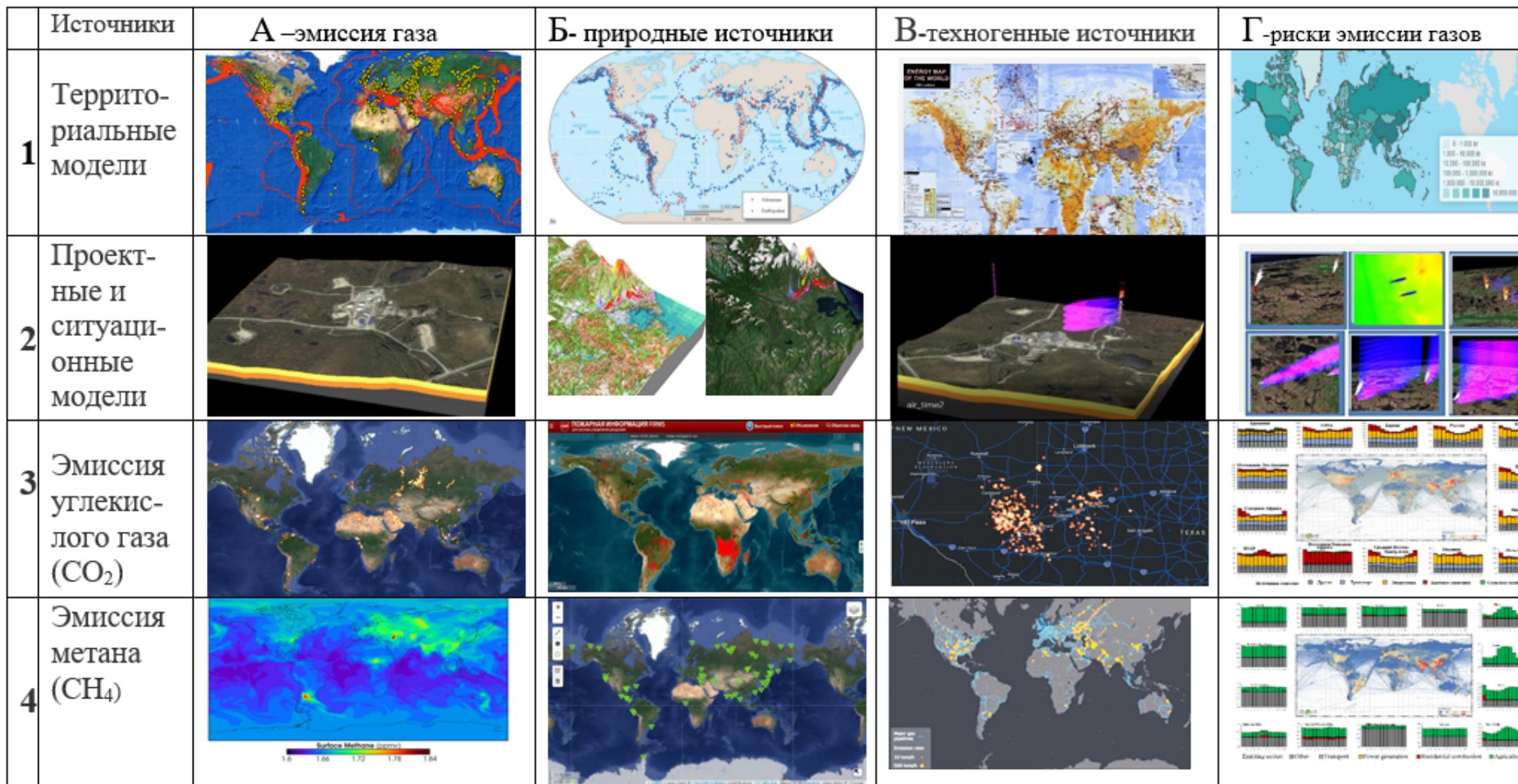


Рис.14. Геоинформационная среда моделей воздействия парниковых газов на атмосферу

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЧС НА МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ

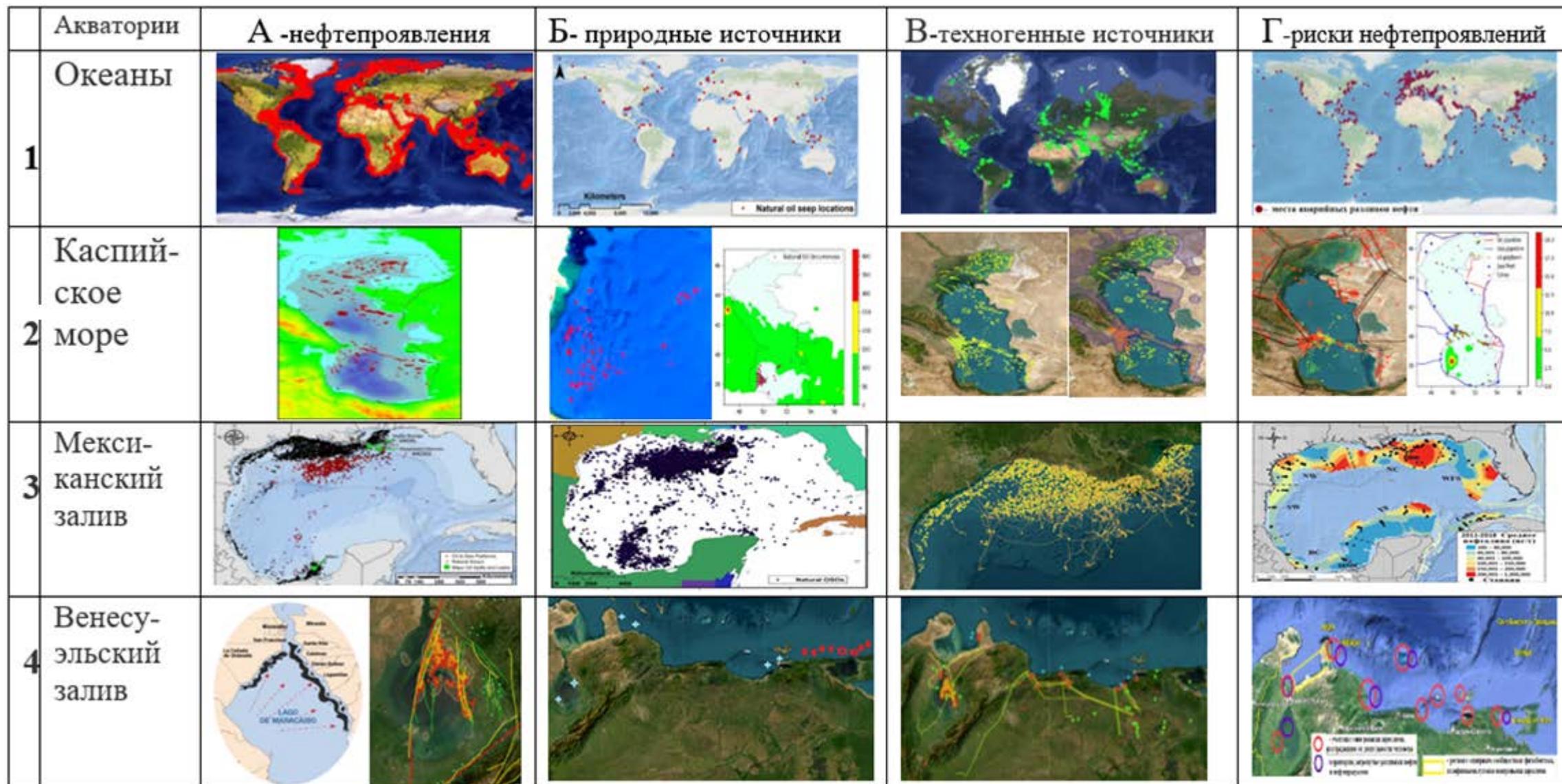


Рис. 15. Геоинформационная среда моделей воздействия нефтегазопроявлений на морских акваториях¹⁵

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА МОДЕЛЕЙ РИСКОВ ЧС НА АКВАТОРИИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

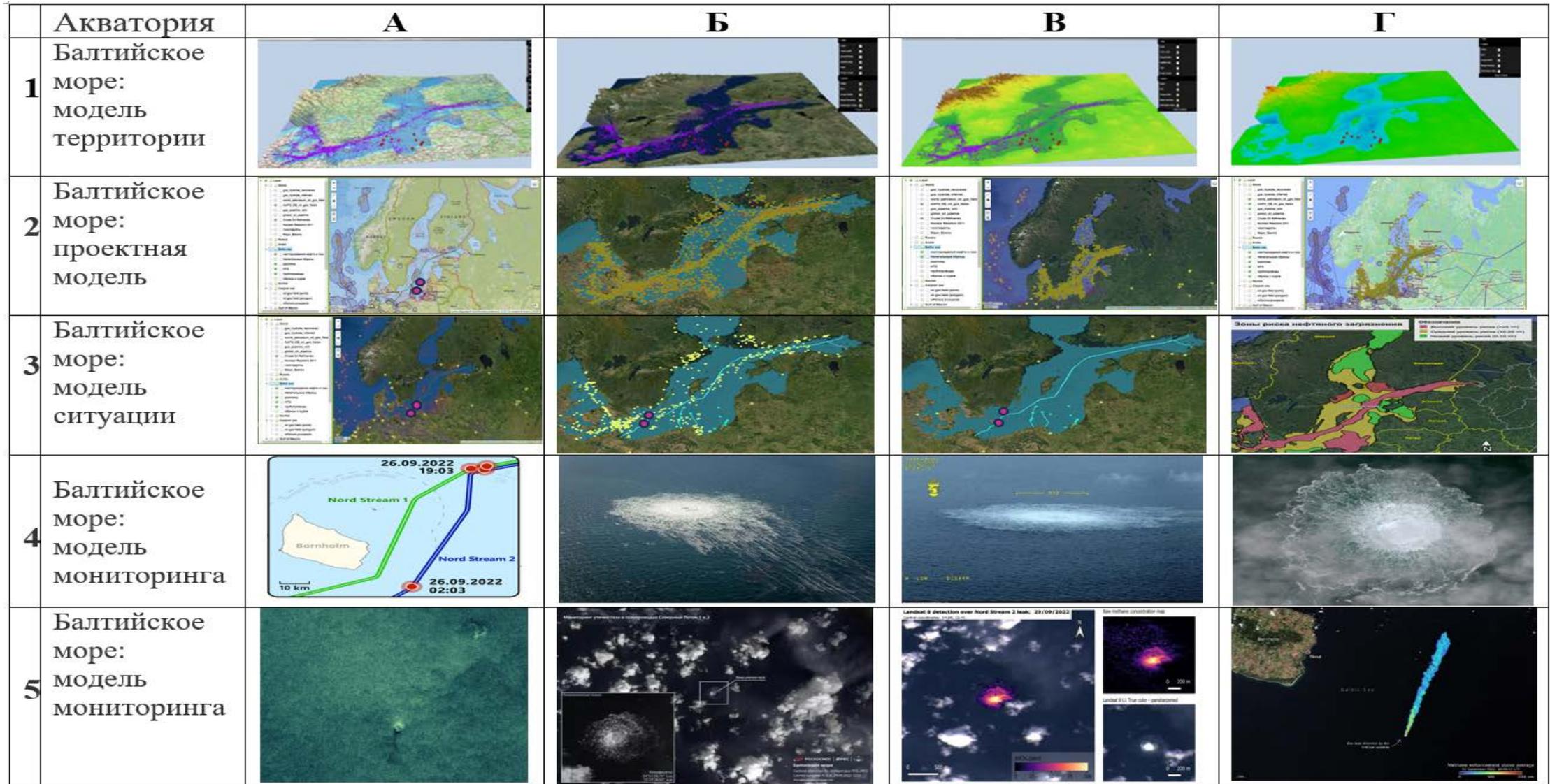


Рис. 16. Геоинформационная среда моделей аварии на газопроводах Северный поток-1,2

Выводы :

1. Материалы практической апробации наглядно показали целесообразность использования комплексного подхода оценки рисков в задачах обеспечения устойчивого развития территорий.
2. Использование геоинформационных стратегий управления рисками позволяет применять дифференцированные подходы оценки состояния природных компонентов окружающей среды на разных стадиях реализации проекта.
3. Практическая реализация предложенного подхода предполагает разработку специализированных геопорталов, обеспечивающих сопряжение информации геоинформационной среды проекта и данных, поступаемых со спутниковых группировок в различных зонах электромагнитного спектра.
4. Использование геопорталов в системах промышленной и экологической безопасности объектов НГК обеспечивает контроль их состояния в визуальном, автоматизированном и автоматическом режимах.
5. Успешная реализация предложенного подхода может быть осуществлена системами интерпретации поступающей информации в ручном, автоматизированном и автоматических режимах в рамках геоинформационной среды на основе объектно-ориентированных моделей, созданных в режимах off-line и on-line.

Телефон:
8-903- 755-32-07
e-mail: geoinforisk@mail.ru

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!!!
СПАСИБО!!!