

Правительство Москвы
Департамент образования

Министерство образования
и науки РФ
Федеральное агентство
по образованию

**«Подраздел №11.5.3.4. «Современные
методы анализа и оценки геофизической
устойчивости строительных систем типа
"объект-основание»»**

(Научно-информационный материал)

Профессор Савостьянов В.Н.

Нач. сектора ОНИЛ КГК Могилюк Ж.Г.

**Московский государственный строительный университет
Центр управления научной и инновационной деятельностью МГСУ
Кафедра Прикладной механики и математики**

Комплексный проект: «Создание Московского научно-образовательного центра комплексной безопасности и качества в строительстве»

Локальный проект 1. Создание научно-образовательного программно-технологического комплекса «Композит».

Мероприятие 1.1. Разработка учебно-методических материалов курсов по переподготовке и повышению квалификации специалистов в области комплексной безопасности строительных систем и качества строительства.

Мероприятие 1.2. Разработка программ обучения в целевой аспирантуре для подготовки специалистов высшей квалификации в области комплексной безопасности строительных систем и качества строительства.

Мероприятие 1.3. Разработка программ обучения в целевой аспирантуре для подготовки специалистов высшей квалификации в области нанобезопасности и нанометрии в сфере строительства.

Мероприятие 1.4. Разработка лабораторных практикумов и оснащение учебных лабораторий техническими и программно-аппаратными средствами обучения.

Мероприятие 1.5. Разработка и оснащение научно-исследовательских лабораторий специальной научной аппаратурой, оборудованием и программными средствами. (Финансируется в 2009-2011 годах по программе Ресина В.И.)

Мероприятие 1.6. Реконструкция и ремонт учебных аудиторий, лабораторных и социально-бытовых помещений.

Мероприятие 1.7. Разработка и внедрение аппаратно-технологической базы пакета научно-технических услуг в области комплексной безопасности строительных систем и качества, а также нанобезопасности и нанометрии в сфере строительства.

Комплексный проект: «Создание Московского научно-образовательного центра комплексной безопасности и качества в строительстве»

Локальный проект 2. Формирование научно-образовательного центра на базе Московского геодинамического строительного полигона.

Мероприятие 2.1. Разработка учебно-методических материалов курсов по переподготовке и повышению квалификации специалистов в области геолого-геофизических рисков аварий и качества геотехнического обоснования строительства.

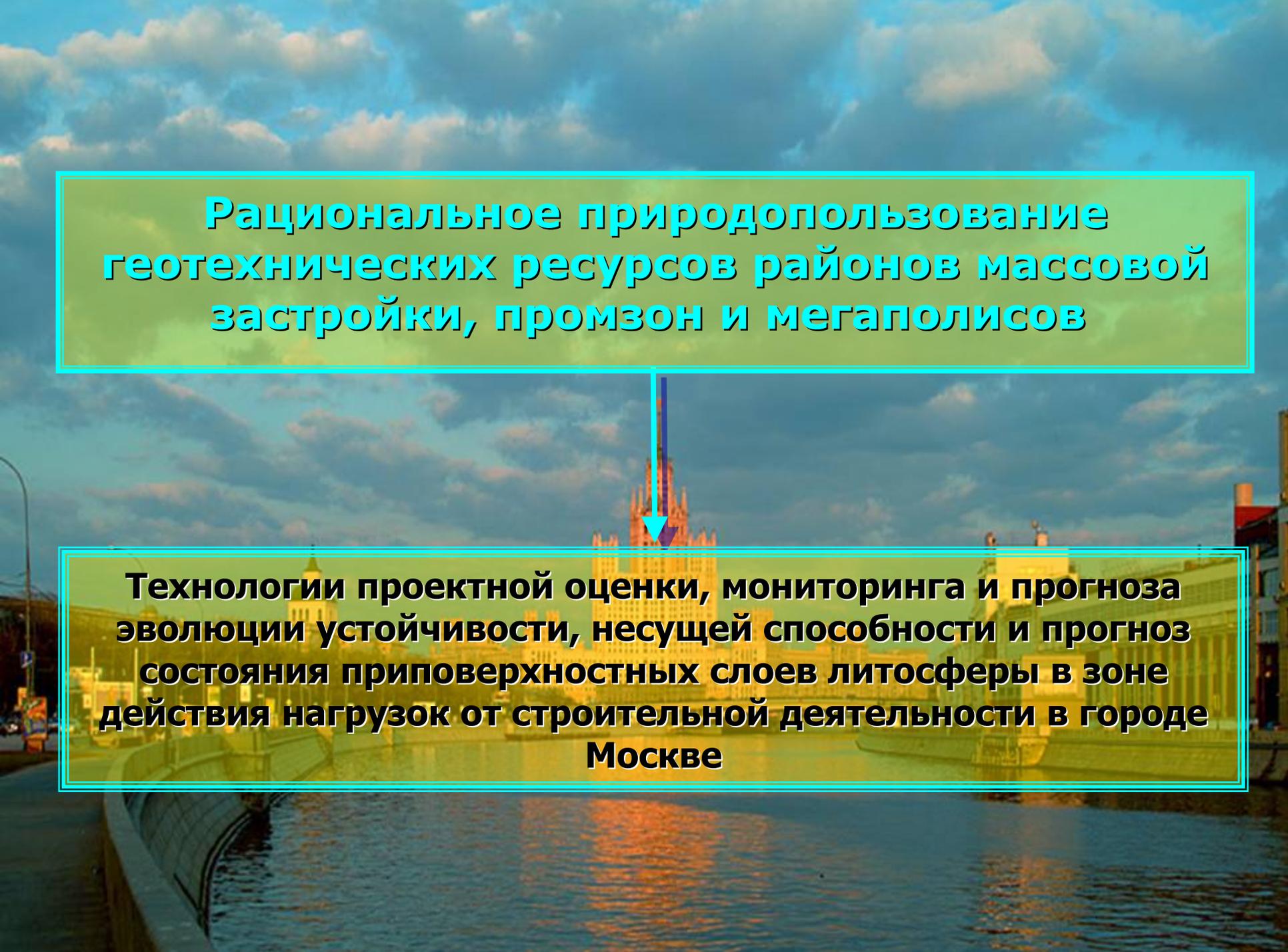
Мероприятие 2.2. Разработка программ обучения в целевой аспирантуре для подготовки специалистов высшей квалификации в области геолого-геофизических рисков аварий и качества геотехнического обоснования строительства.

Мероприятие 2.3. Разработка лабораторных и полигонных практикумов и оснащение учебных лабораторий полигона техническими и программно-аппаратными средствами обучения.

Мероприятие 2.4. Разработка и оснащение научно-исследовательских лабораторий специальной геофизической научной аппаратурой, программными средствами и полигонным оборудованием.
(Финансируется в 2009-2011 годах по программе Ресина В.И.)

Мероприятие 1.5. Реконструкция и ремонт полигонного учебного оборудования, аудиторий, лабораторных и социально-бытовых помещений Московского геодинамического строительного полигона.

Мероприятие 1.6. Разработка и внедрение аппаратно-технологической базы пакета научно-технических услуг в области геолого-геофизических рисков аварий и качества геотехнического обоснования строительства.



**Рациональное природопользование
геотехнических ресурсов районов массовой
застройки, промзон и мегаполисов**

**Технологии проектной оценки, мониторинга и прогноза
эволюции устойчивости, несущей способности и прогноз
состояния приповерхностных слоев литосферы в зоне
действия нагрузок от строительной деятельности в городе
Москве**

Безопасность и противодействие терроризму

Технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности населения и опасных объектов в условиях ЧС и при угрозах террористических проявлений

Строительные технологии снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф

Системы и методы мониторинга геофизической устойчивости систем типа «объект-основание»

Технологии оценки устойчивости и прогноз эволюции состояния геологических оснований

Нанометрия скорости деградации остаточного ресурса надежности строительных конструкций

Информационные технологии ситуационного математического и физического натурного полигонного моделирования

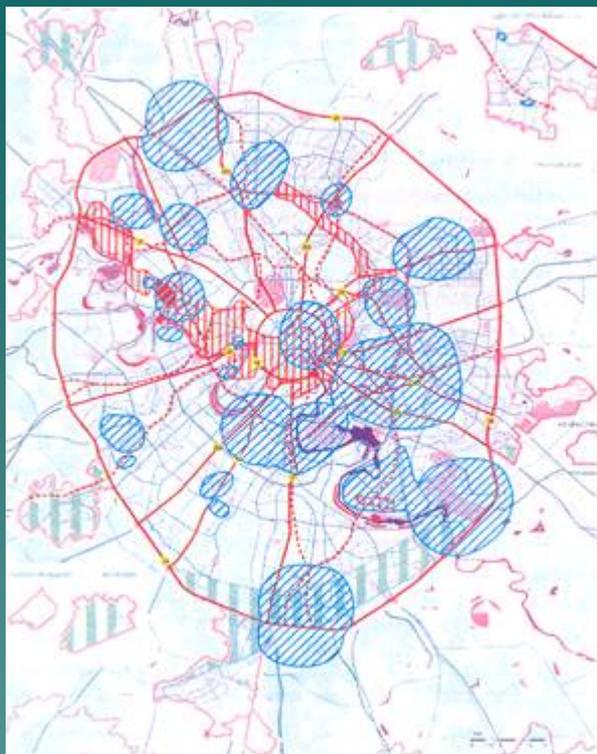
Биосенсорные технологии

Проблемы достоверной оценки начального и остаточного ресурса надежности ответственных строительных объектов



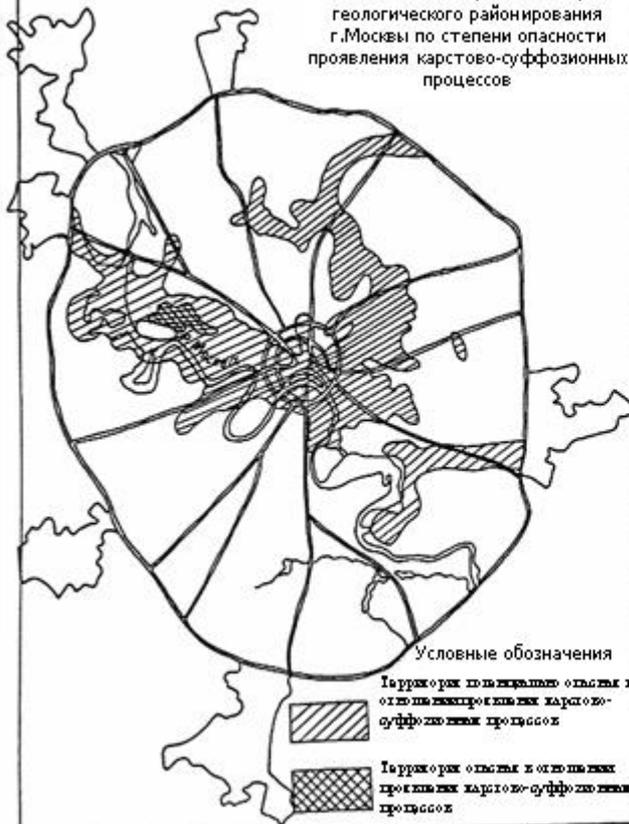
Текущее состояние развития опасных геозкологических процессов на территории Москвы (2003 год)

Прогноз эволюции опасных геозкологических процессов на территории Москвы (2010 год)

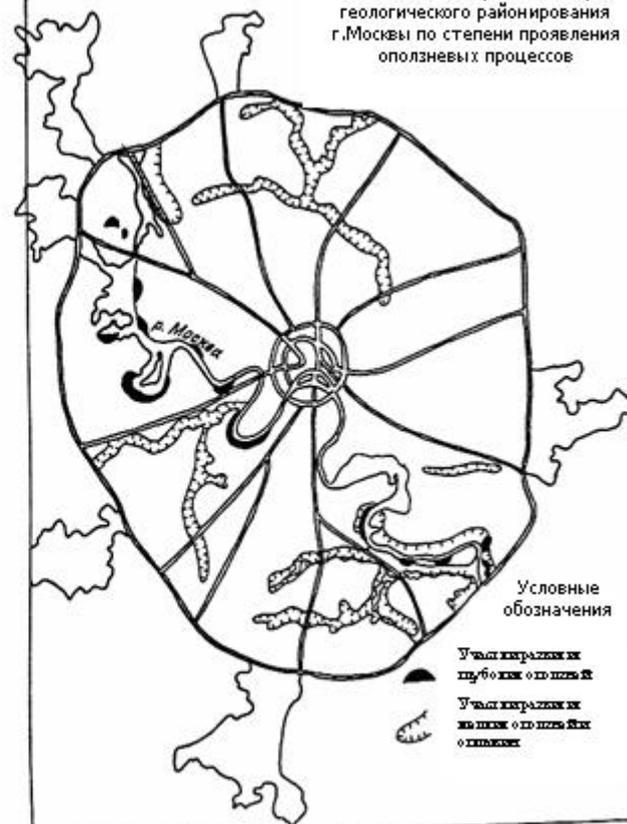


-  Подтопление
-  Развитие глубоких оползней
-  Активизация глубоких оползней
-  Потенциальное проявление карстово-суффозионных процессов
-  Территории с чрезвычайно опасным загрязнением почв (спк выше 128)
-  Зоны устойчивого сверхнормативного загрязнения воздуха
-  Умеренное загрязнение водных объектов
-  Сильное загрязнение водных объектов
- ШУМ**
-  Автомобильный транспорт
-  Железнодорожный транспорт
-  Превышение нормативного уровня шума
-  Зона сверхнормативного шумового воздействия от аэродромов

Схематическая карта инженерно-геологического районирования г.Москвы по степени опасности проявления карстово-суффозионных процессов

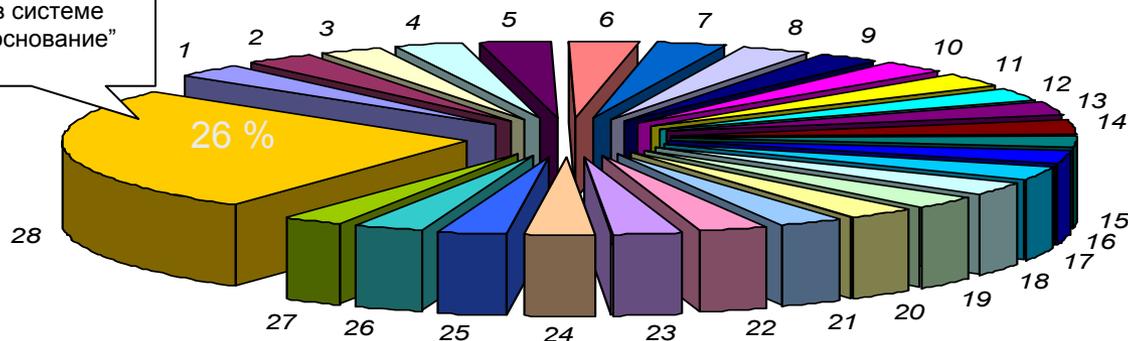


Схематическая карта инженерно-геологического районирования г.Москвы по степени проявления оползневых процессов

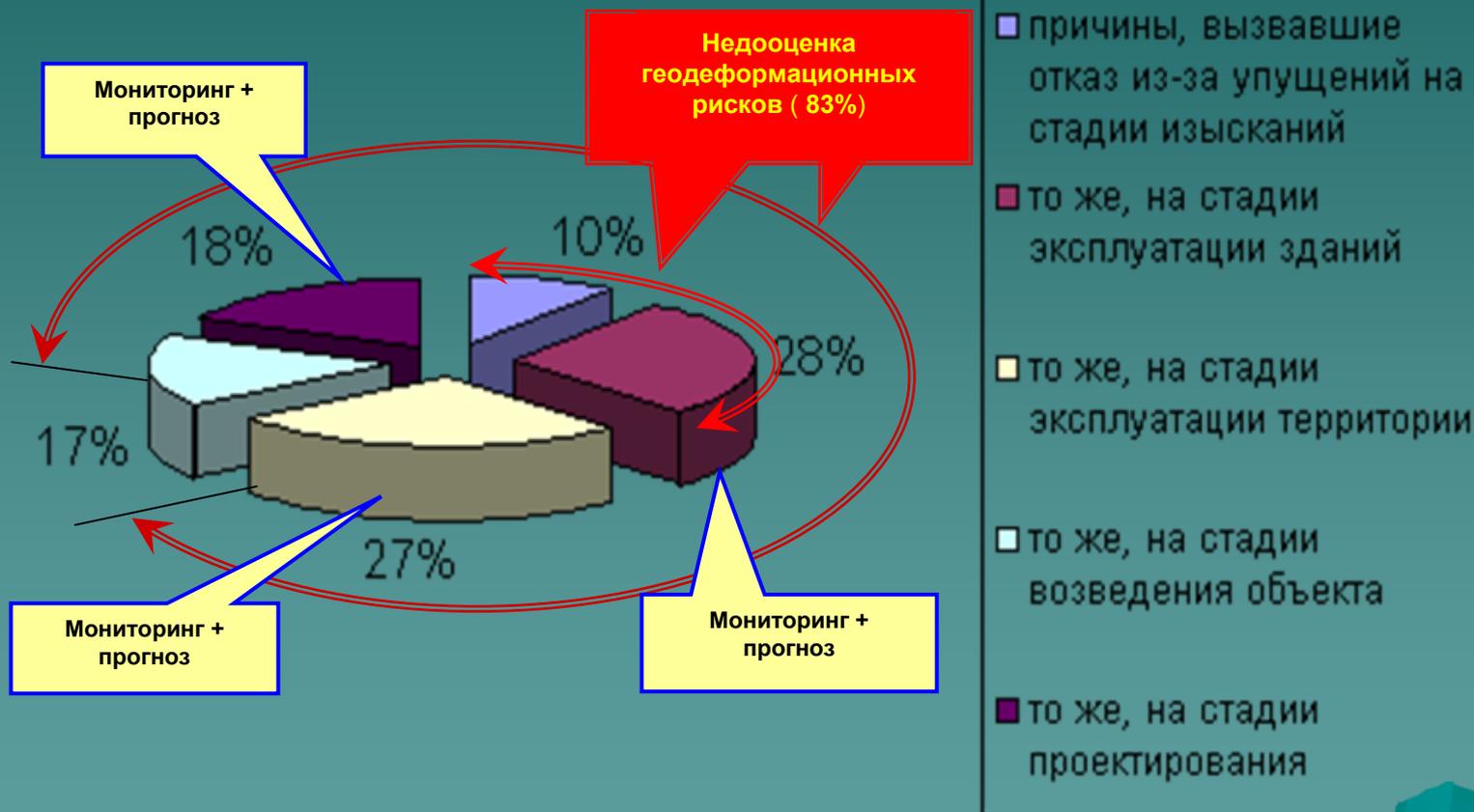


Сравнительный анализ основных причин аварий в строительном комплексе

отказы в системе
"объект-основание"

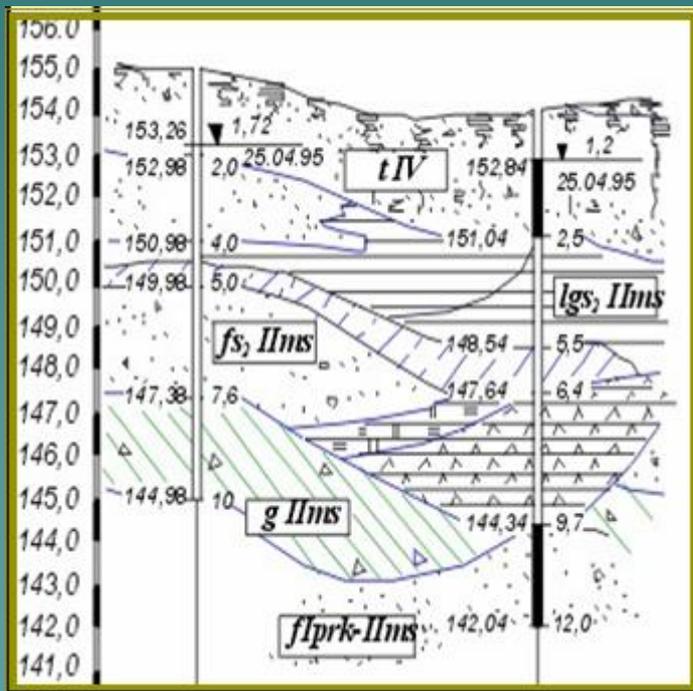


Причины отказов оснований и фундаментов зданий в Москве и других городах России

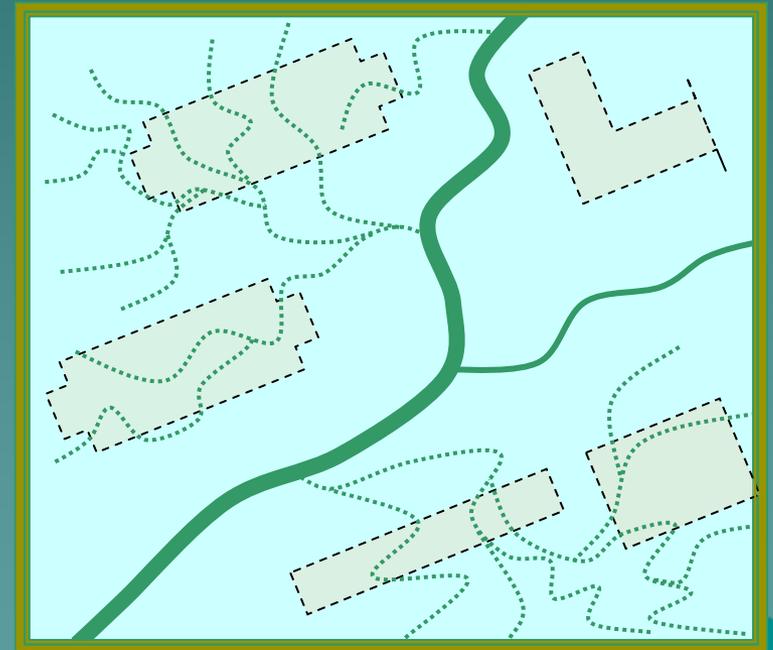


Особенности тонкой структуры геологического разреза оснований в Московском регионе

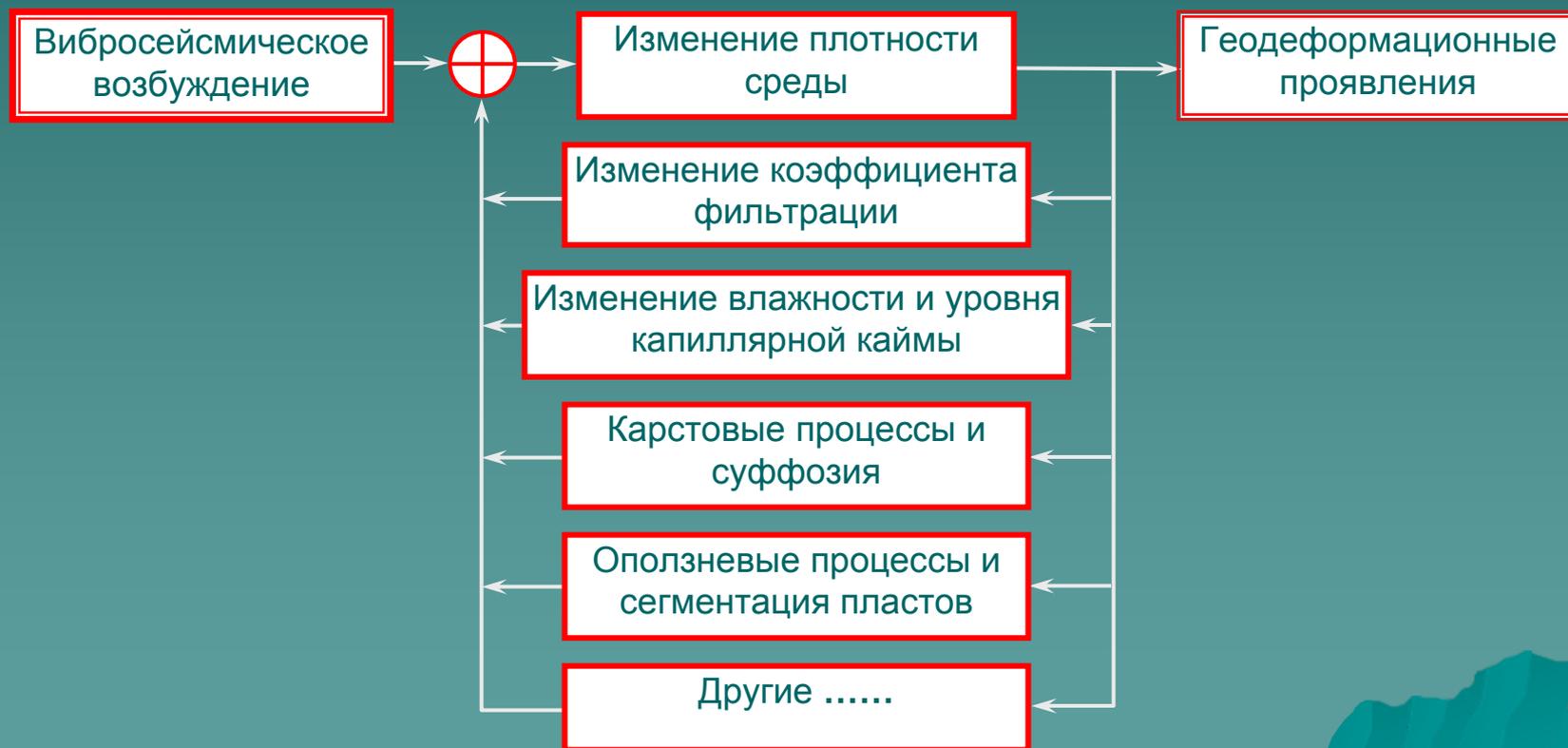
Типовые геологические неоднородности



Типовые гидрогеологические особенности



Блок-схема совокупного прямого и косвенного геодеформационного проявления геоэкологических эффектов вибросейсмического происхождения

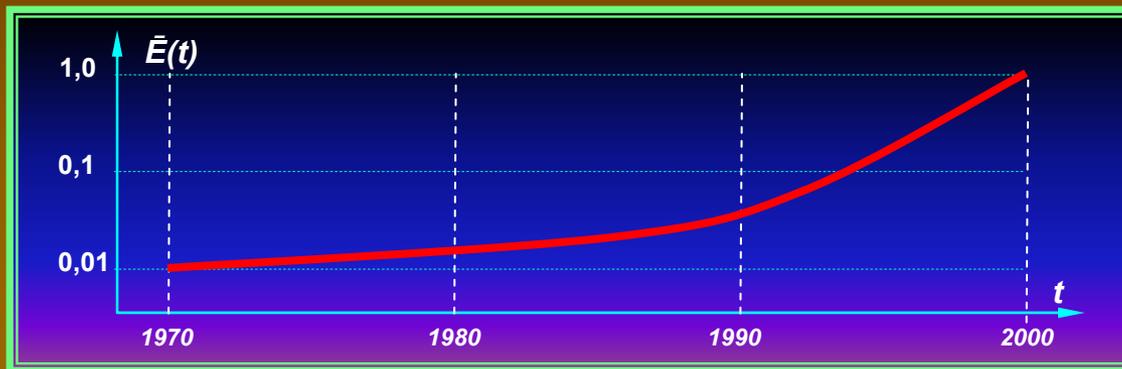


Интенсивность транспортных микросейсм

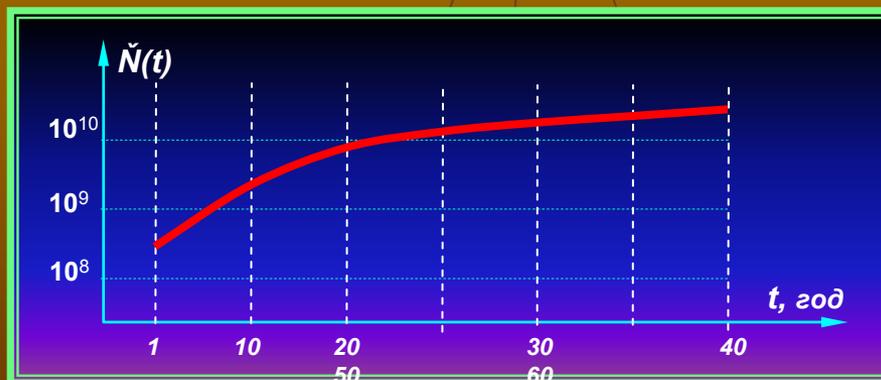
(по Локшину 1987; Жигалину и Локшину 1991; ИФЗ РАН 2005)

Источник	Доминирующая частота, Гц	Виброскорость, 10^{-3} м/с	Виброускорение, $м/с^2$	Зона влияния, м	Осадка или амплитуда, мм
Железная дорога	От 10 до 70	От 16 до 50	От 1 до 22	От 150 до 300	
Трамвай	От 20 до 45	От 1,6 до 160	От 0,5 до 45,2	От 150 до 300	
Метрополитен	От 2 до 4	От 0,3 до 300	От 1 до 180	От 150 до 300	Осадка От 50 до 200
	От 10 до 40	От 0,3 до 300	От 10 до 1000	От 15 до 120	
	От 30 до 60	От 0,3 до 300	От 10 до 1800	От 6 до 120	
Автомагистраль	От 10 до 20	От 0,005 до 0,07	От 0,0003 до 0,011	От 40 до 100	Амплитуда От 0,05 до 0,36
Авт. перекрестки	От 2 до 8	От 0,05 до 0,25	От 0,001 до 0,04	От 100 до 200	
Производственные машины от 5 до 500 тонн	От 1 до 8				Амплитуда От 0,1 до 0,16
	От 8 до 16				
	Более 16				
Станки	От 1,6 до 45	От 0,05 до 0,84			
Формовочные машины	До 50				Амплитуда От 0,3 до 0,64
Вибропогр. свай	От 2 до 11				Амплитуда От 0,8 до 0,9
Сваезаб. машины	От 15 до 35	Более 2		От 150 до 250	
Мегаполис	От 2 до 70				Амплитуда От 0,01 до 0,06

Техногенные источники систематического возбуждения геодинамических резонансов

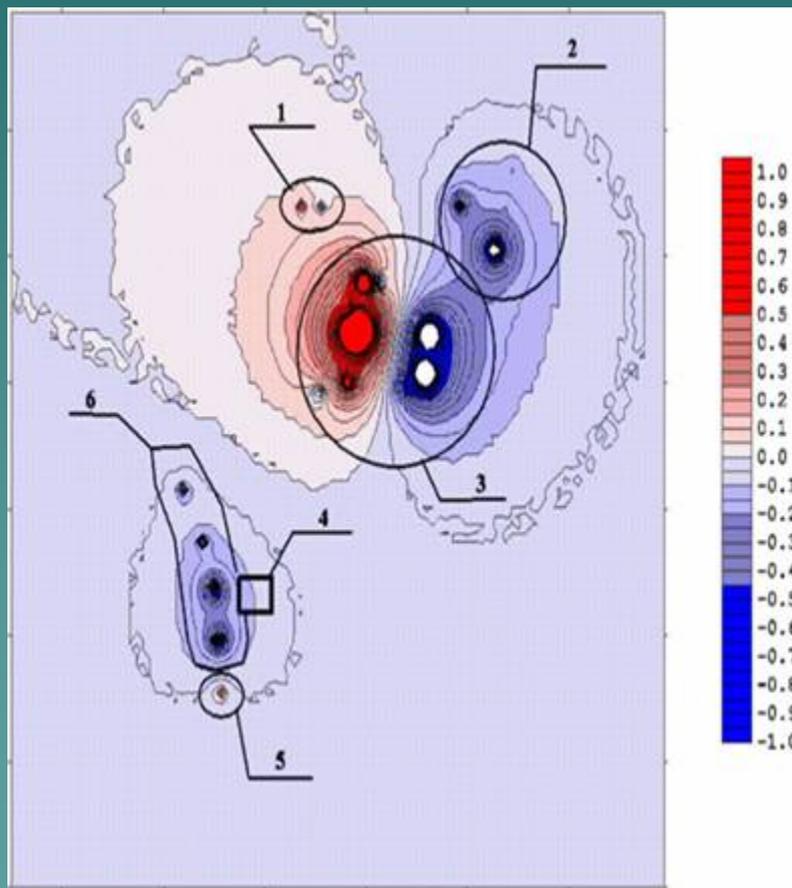


Современная эволюция параметров интенсивности техногенных источников в Московском регионе



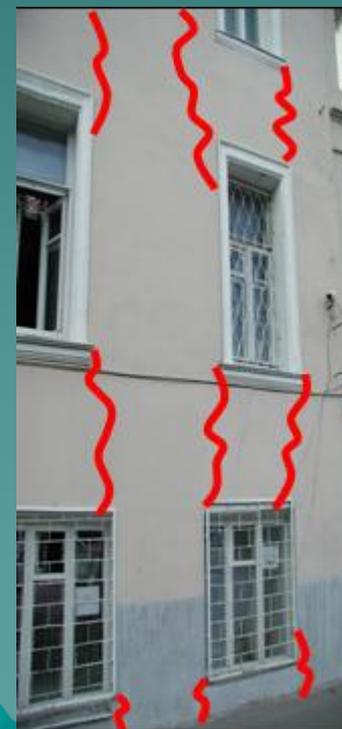
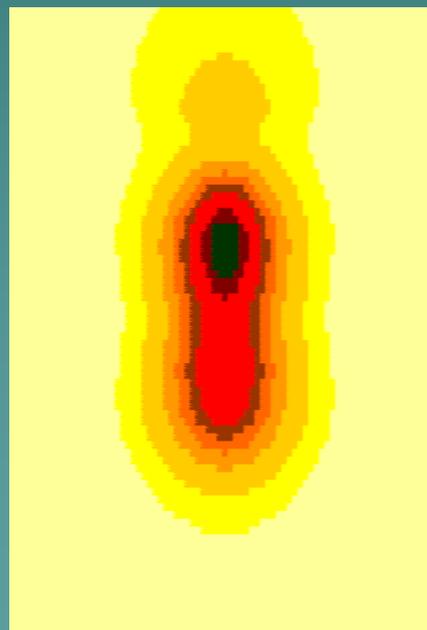
Эволюция циклической нагрузки грунтов Москвы на доминирующей частоте микросейсм 12 Гц

Усиление роста геодеформационных рисков в неоднородных основаниях



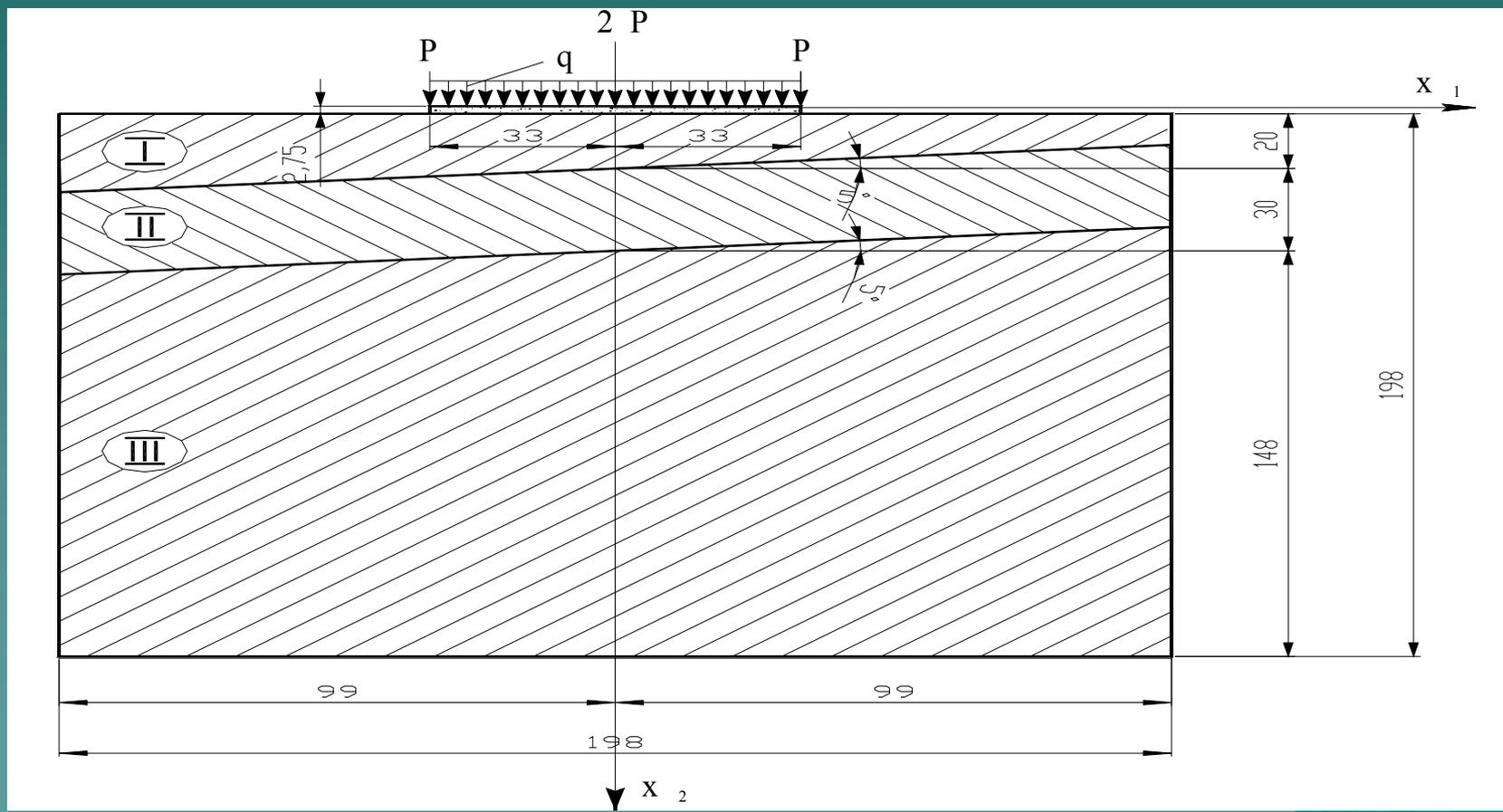
Усиление роста геодинамических рисков в неоднородных основаниях (Пакет алгоритмов «Композит»)

Тип вибросейсм: продольные
Вид напряжений: касательные
Название: STPG5
Угол наклона границы: 5°

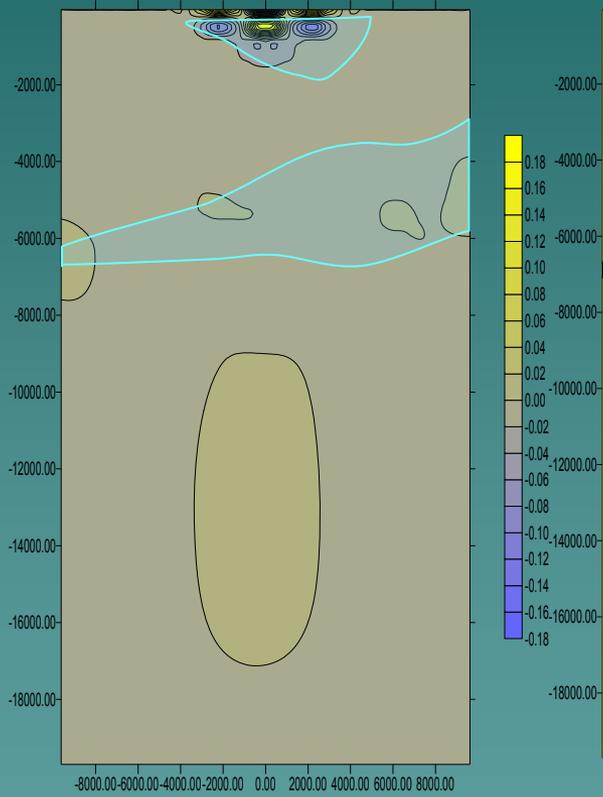


Математическое моделирование

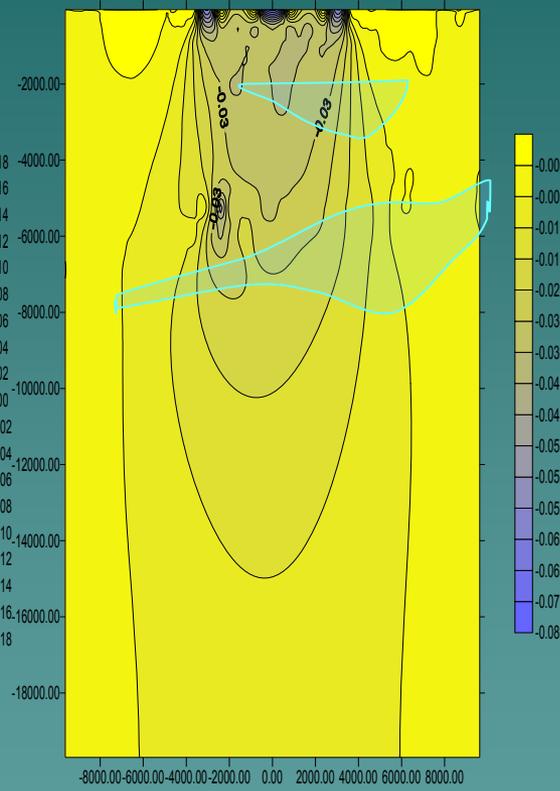
Программный комплекс DCMDyn



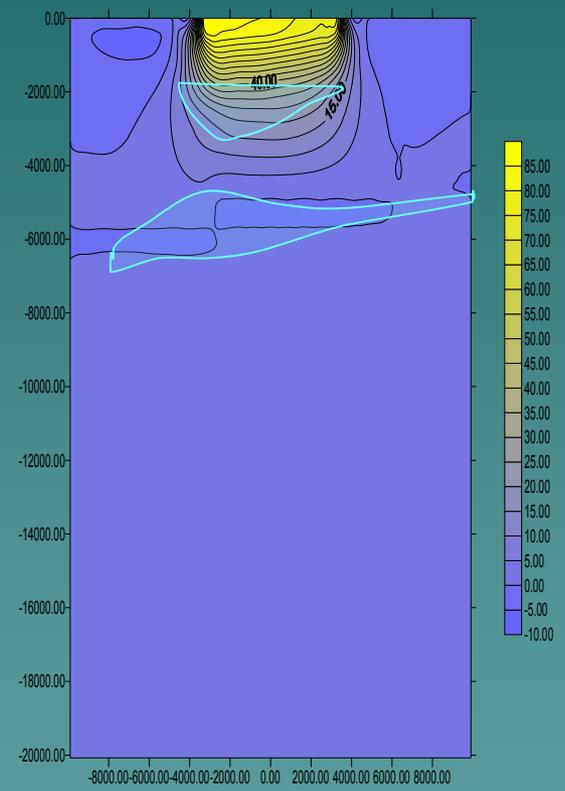
σ_{11}



σ_{22}



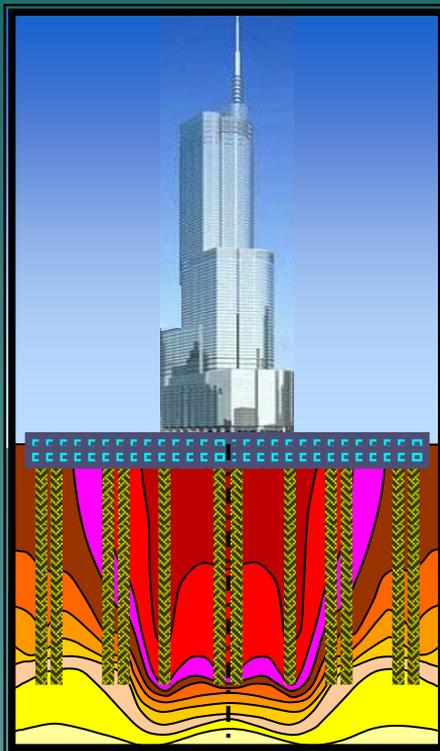
u_2



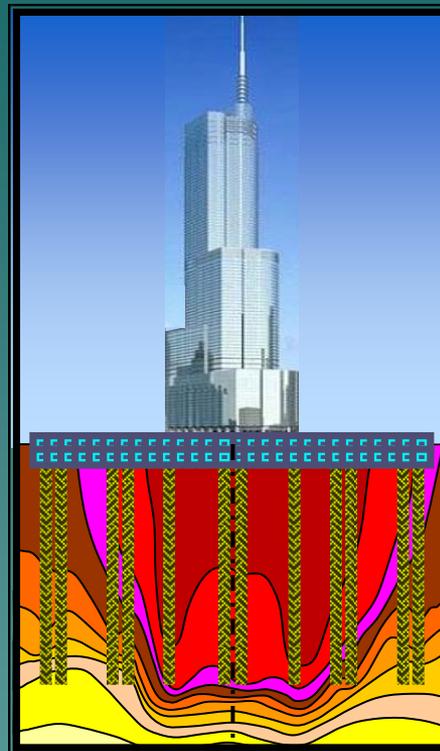
Сравнительные эпюры вертикальных перемещений с учетом (б, в, г) и без учета (а) геоэкологических проявлений микросейсмических и микрогравитационных процессов (Пакет программ «Композит»)



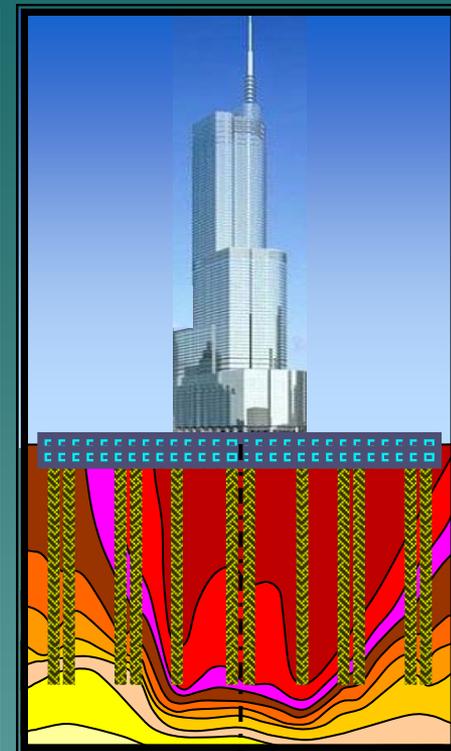
а) симметричный эпюр, характерный для программ «Лири 9.2» и «FEM models»



б) эпюр, программы «Композит», с учетом проявлений за 5 лет эксплуатации



в) эпюр с учетом проявлений за 5 лет эксплуатации и при отклонении градиента сейсмоакустических неоднородностей основания от вертикали на 2,5°



г) эпюр с учетом проявлений за 5 лет эксплуатации и при отклонении градиента сейсмоакустических неоднородностей основания от вертикали на 5°



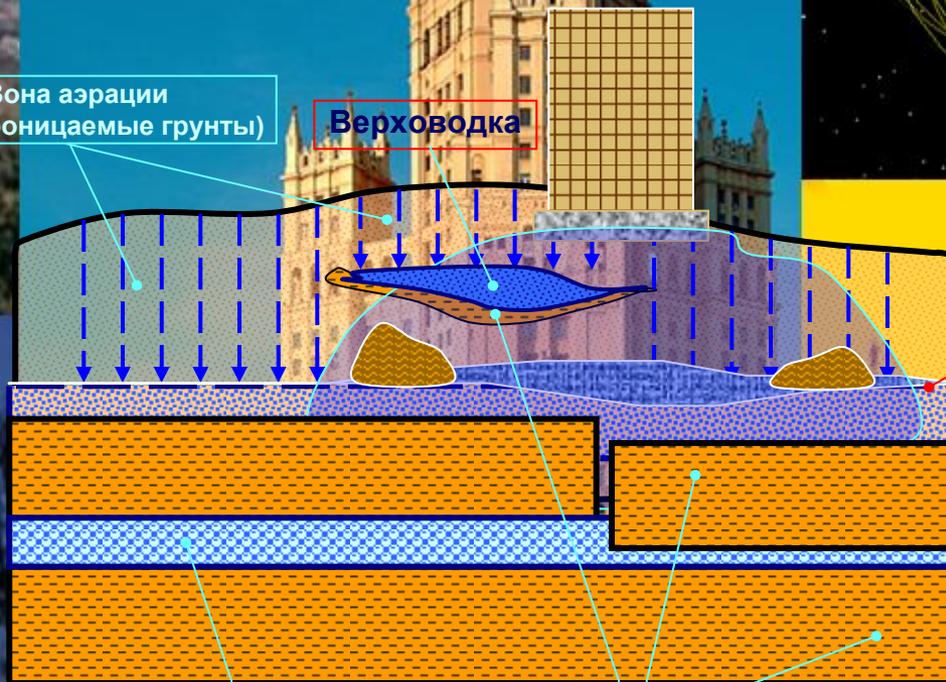
Типовая схема нарушения естественных гидрологических процессов в геологических основаниях



Зона аэрации
(Водопроницаемые грунты)

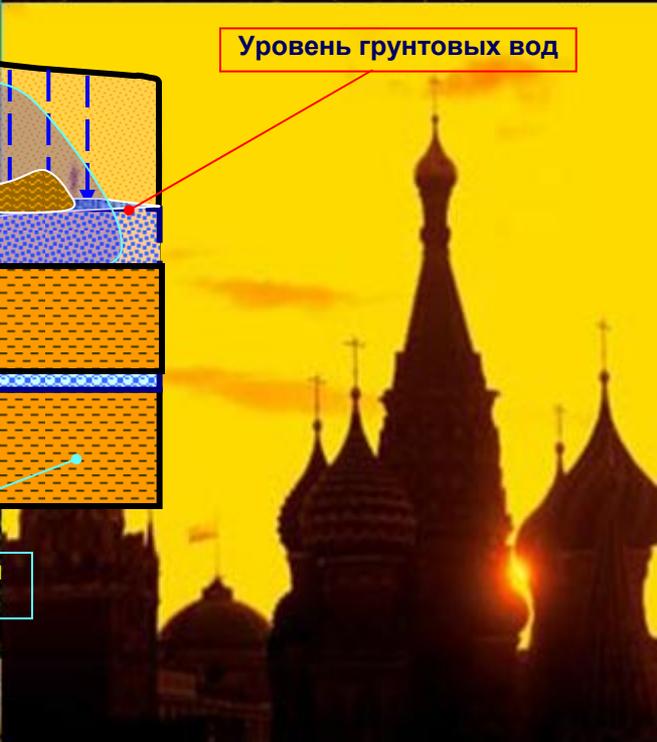
Верховодка

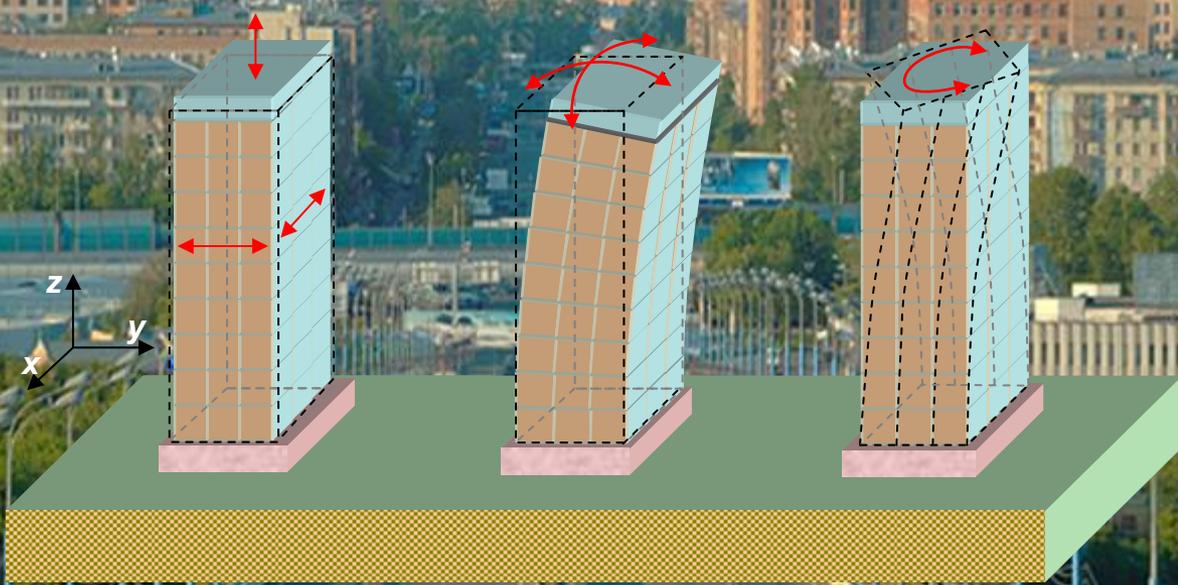
Уровень грунтовых вод



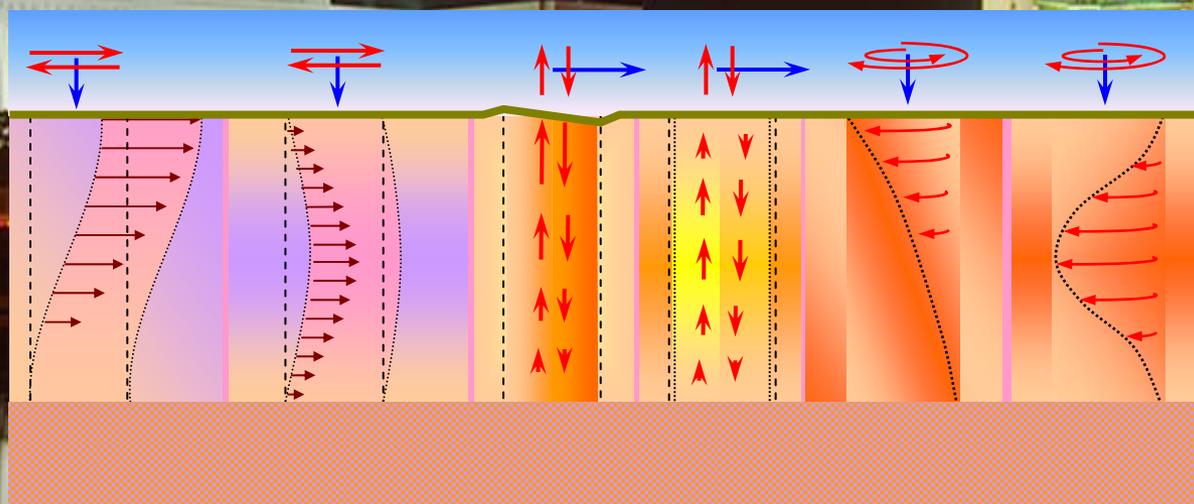
Межпластовые воды
(Водоносные горизонты)

Водоупорные грунты и породы





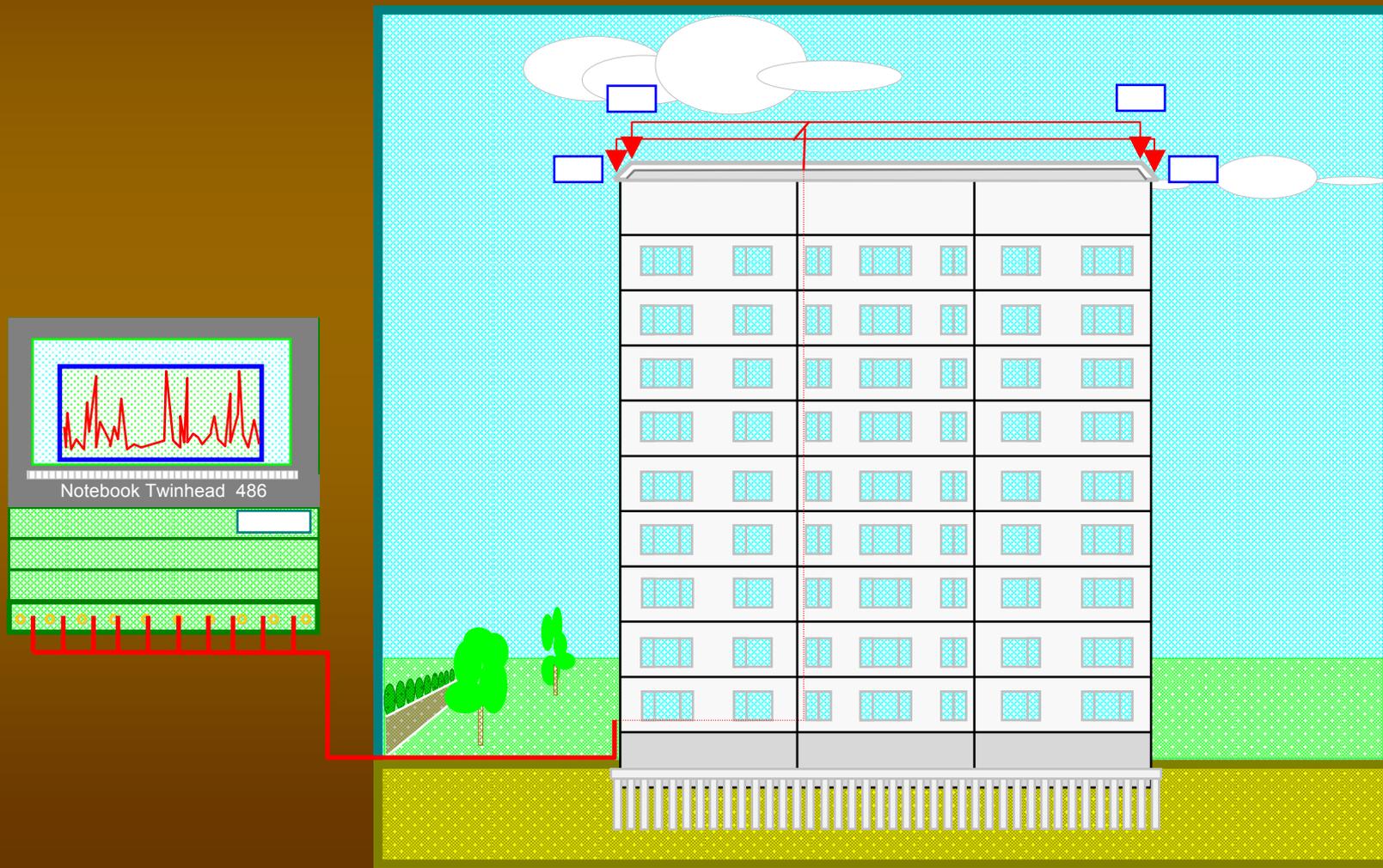
Основные продольные (а), изгибные (б) и крутильная (в) моды собственных резонансных колебаний строительной конструкции на абсолютно жестком основании



Собственные сейсмоакустические резонансы (а), (б) и антирезонансы (в), (г) геологического основания для поперечных сейсмических волн

Схема грависейсмометрического и вибродозиметрического мониторинга интенсивности возбуждения и износа системы «объект-основание»

Грависейсмометрическая геофизическая станция «СГМ-03В»
Станция вибродозиметрического контроля «СВДК-06У»



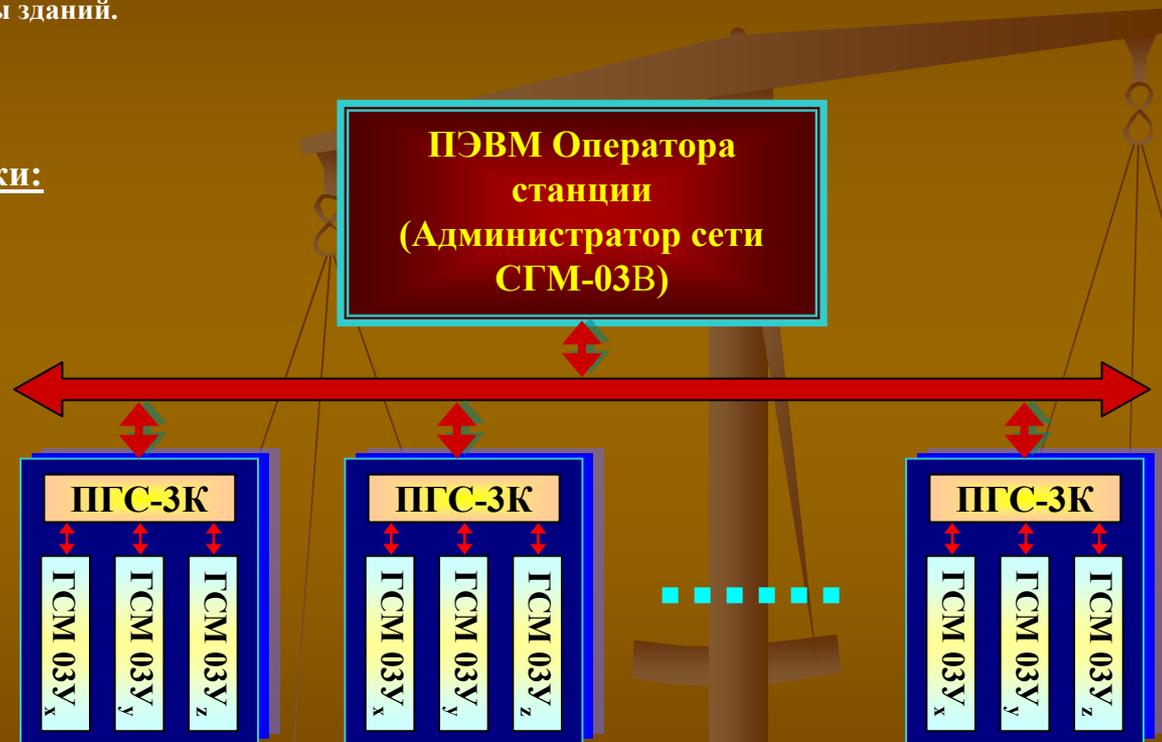
Грависейсмометрическая геофизическая станция мониторинга устойчивости высотных зданий СГМ-03В

Назначение: контроль геофизической устойчивости высотных и большепролетных зданий в течение всего их жизненного цикла методом грависейсмического мониторинга квазистатических геодеформационных процессов и эволюции геодинамических резонансов в системе «объект-основание».

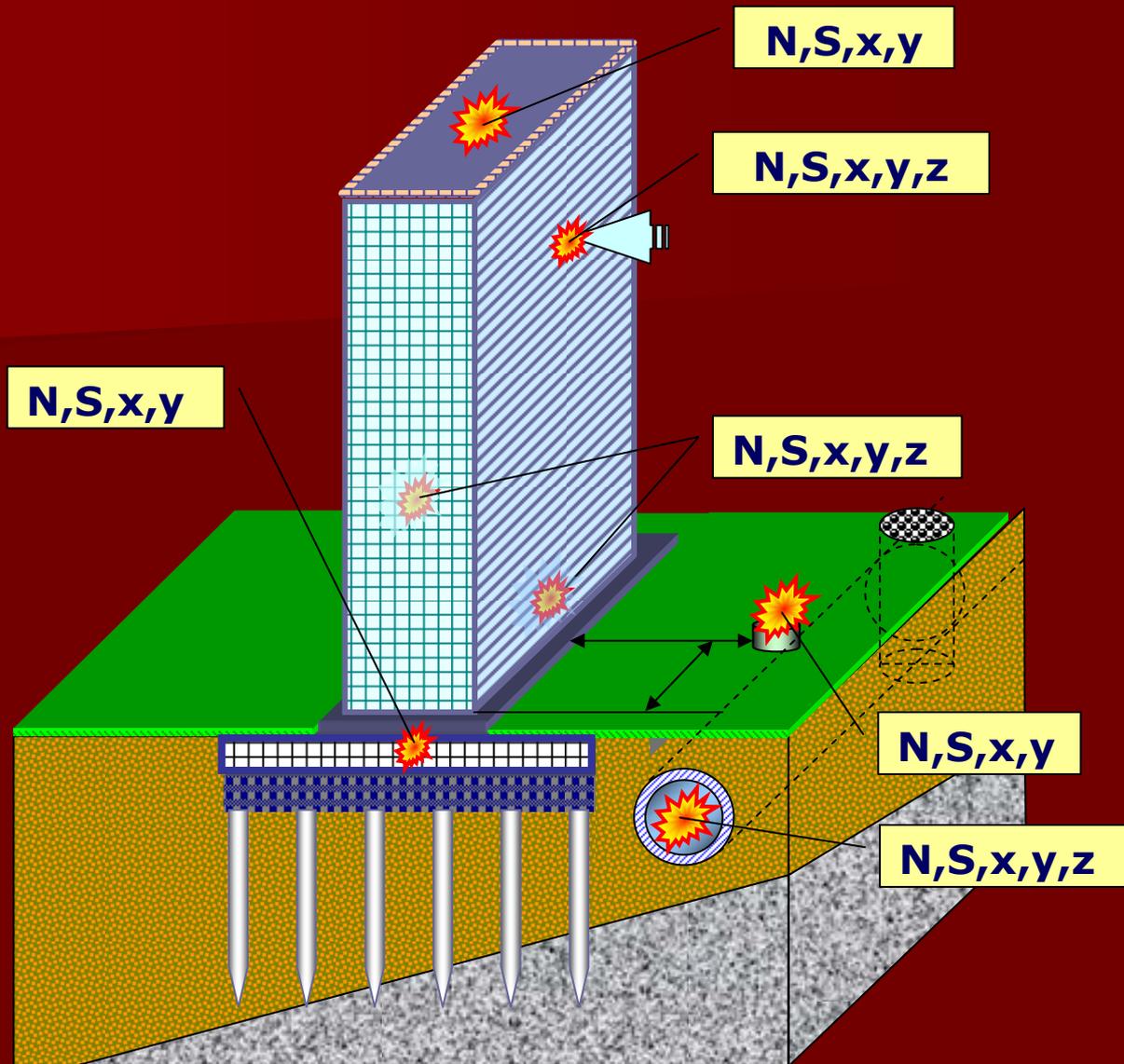
Структура: структура станции формируется локальной цифровой сетью на базе унифицированных трехканальных измерительных платформ ПГС-3К, содержащих по три грависейсмометрических модуля ГСМ 03У: один для регистрации вертикальных компонент грависейсм, а два для регистрации горизонтальных, включая маятниковые колебания и квазистатические крены зданий.

Основные технические характеристики:

Количество каналов, ед. не менее	48
Порог чувствительности, мкгал	1
Верхняя граница полосы частот, Гц	1; 2; 3; 4; 5
Нижняя граница полосы частот, Гц не более	0,0003
Диапазон рабочих температур, °С	от - 20 до +40

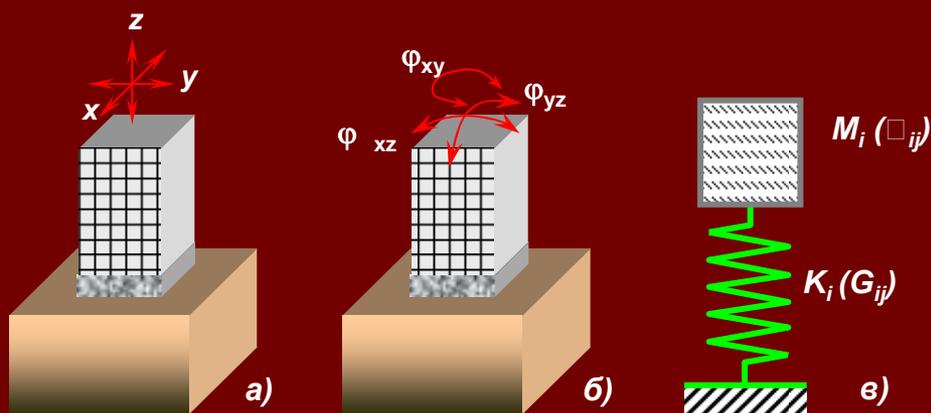


Новые возможности: контроль эволюции геодинамических резонансов систем типа «объект-основание», неравномерных осадок и кренов зданий и сооружений, линейных и нелинейных грависейсмических процессов, включая приливные нагрузки, а также контроль и прогноз интенсивности геодеформационных процессов, эволюции циклической усталости грунтов и пород в основании зданий на глубину до 2 км. в течение всего жизненного цикла зданий.



**Иллюстративная пространственная схема задачи
расчетного и физического моделирования по
рискам размещения источника ударной нагрузки**

Резонансное возбуждение системы типа «объект-основание»



Продольные (а), маятниковые φ_{xz} , φ_{yz} и торсионная φ_{xy} (б) резонансные геодинамические моды колебаний здания на геологическом основании и их эквивалентная схема (в)

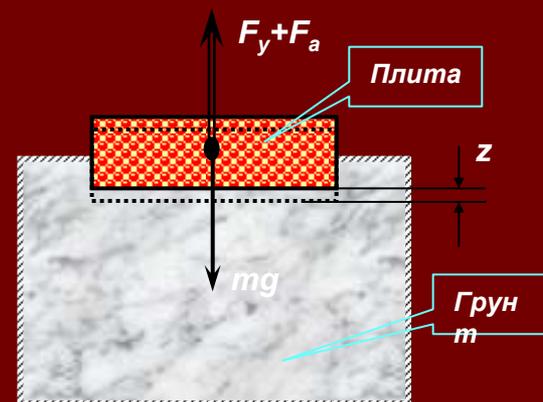
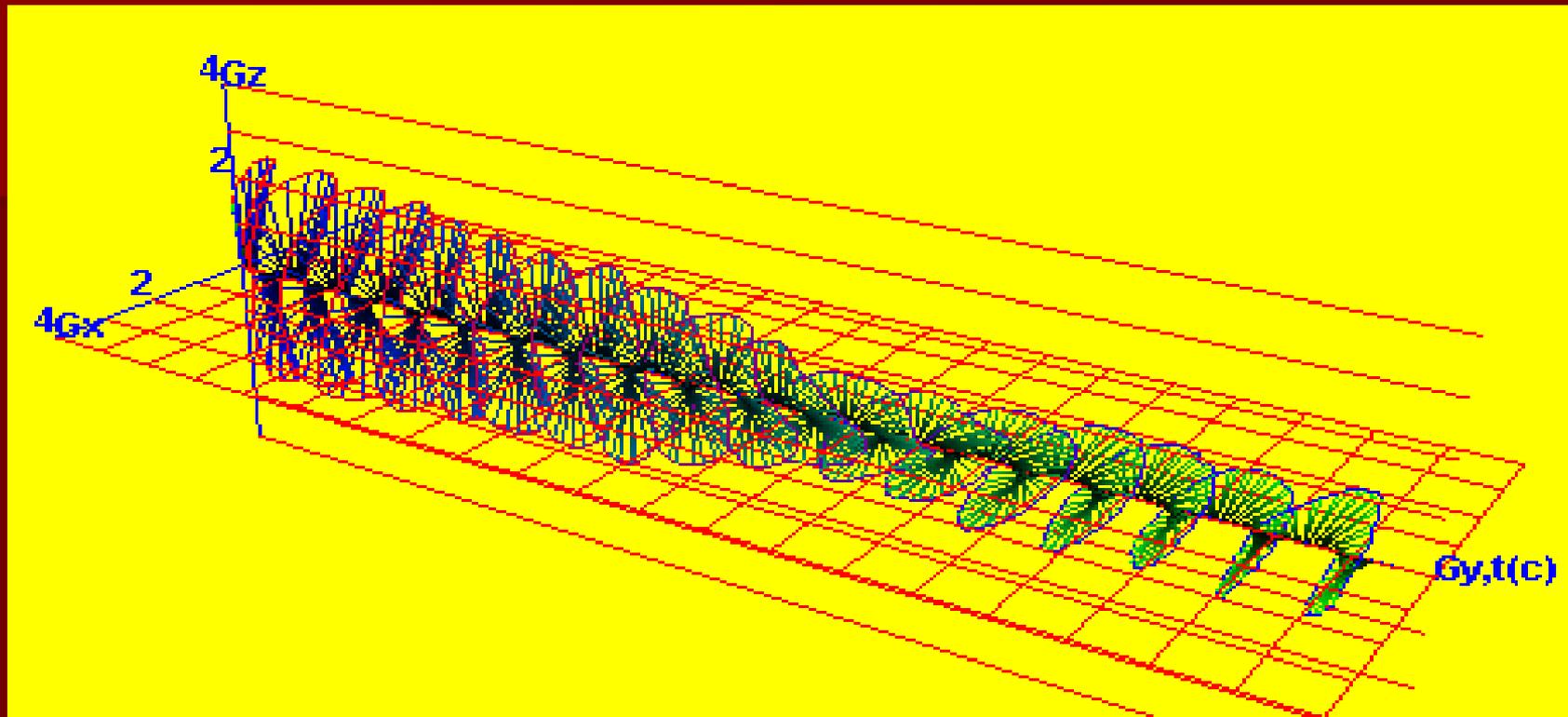


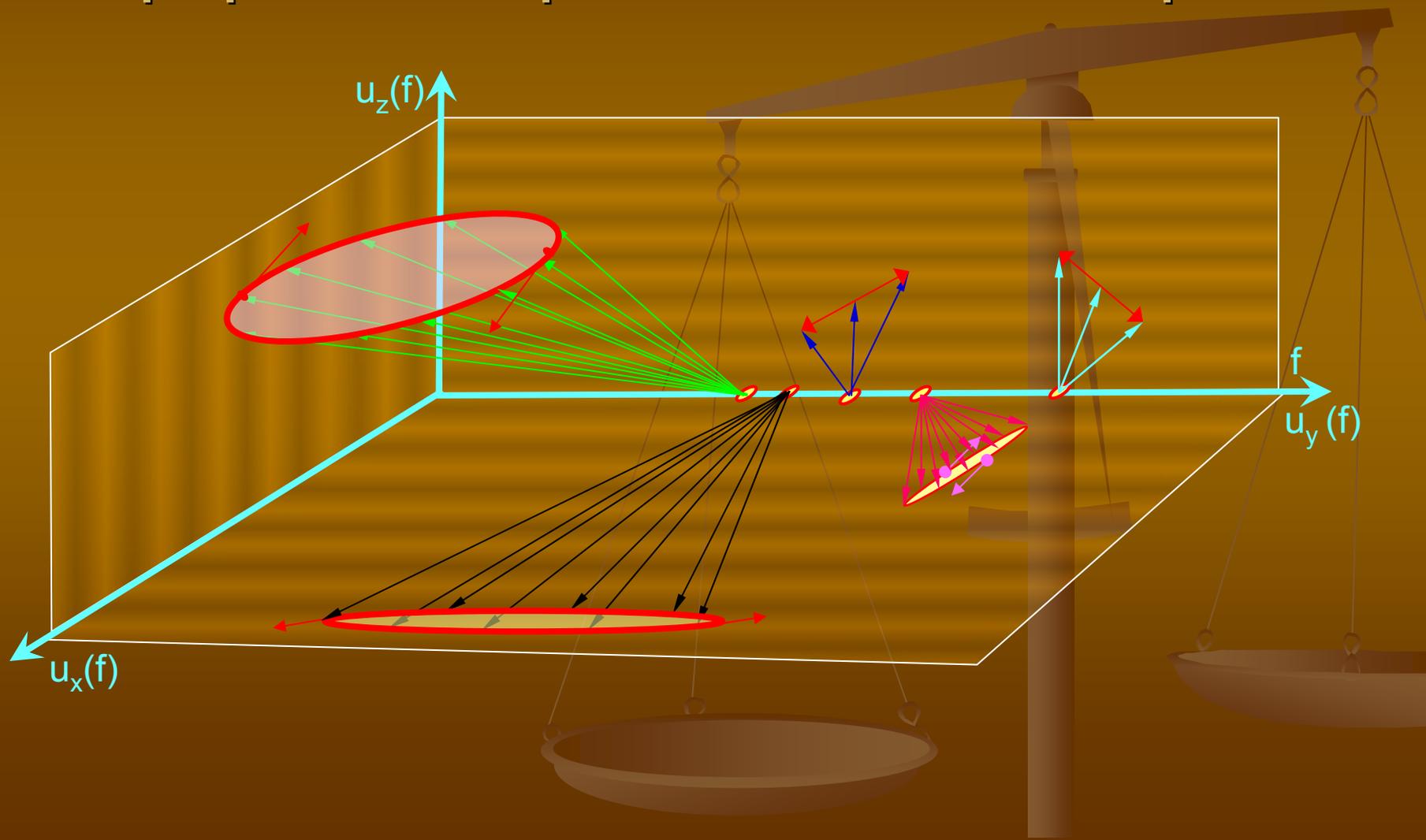
Схема возбуждения «поплавкового» резонанса: где F_y и F_a – сила упругой реакции основания и архимедова сила

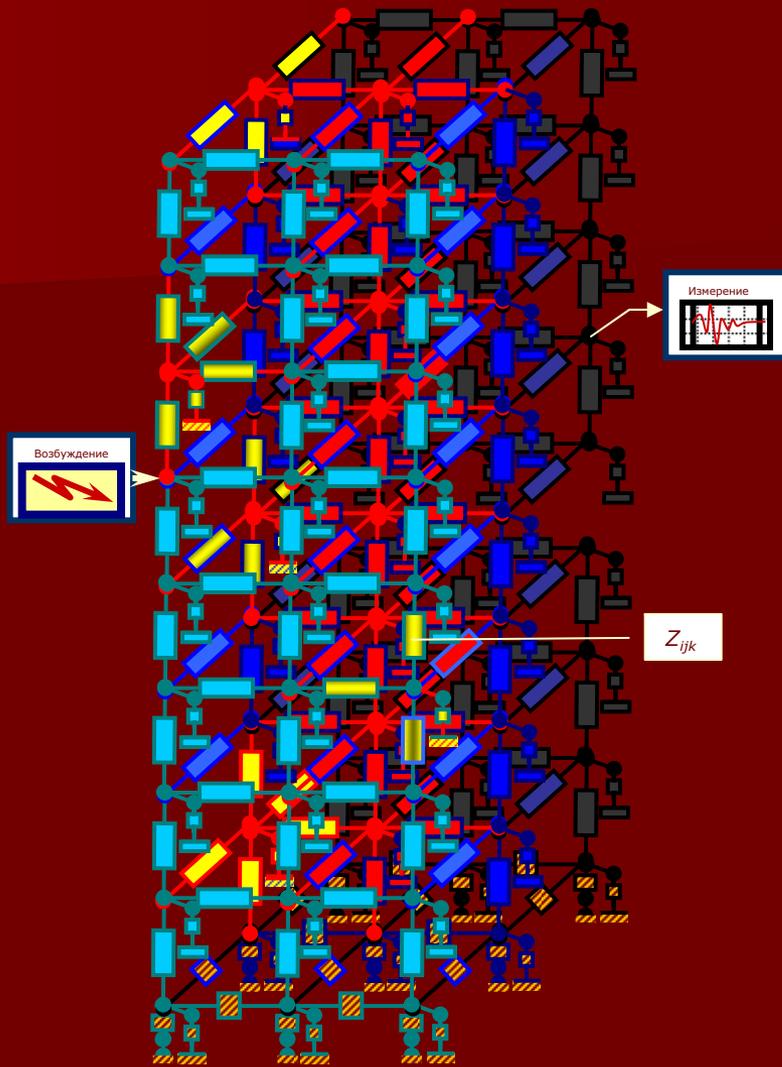


**Пример модального аттрактора ударного возбуждения здания,
полученный с помощью пакета программ «АТТРАКТОР»**

Спектральный аттрактор для выделения мнимой компоненты возбуждения системы

Программный бортовой комплекс «Вектор»





**Пример реализации аналоговой электромеханической модели
модального возбуждения циклической строительной конструкции**

Нанобезопасность

ЕС

«Кодекс поведения в исследованиях в сфере нанотехнологий».

Утвержден Еврокомиссией 10 февраля, 2008

РФ

«О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы»

Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации N 54 от 23.07.2007

Nanotechnology:

Health and Environmental Risks of Nanoparticles



**EU Integrated Project
NANOSAFE2 project**



FP7-NMP-2008-Small-2
Бюджет 1 проекта 4 млн. Евро
NMP-2008-1.3-2 Impact of engineered nanoparticles on health and the environment

«Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов»

Утверждена постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. №79





**Конверсионные технологии
на базе сотрудничества МГСУ с
Росатомом, ФССС, Минобороны
и Росавиакосмоса**

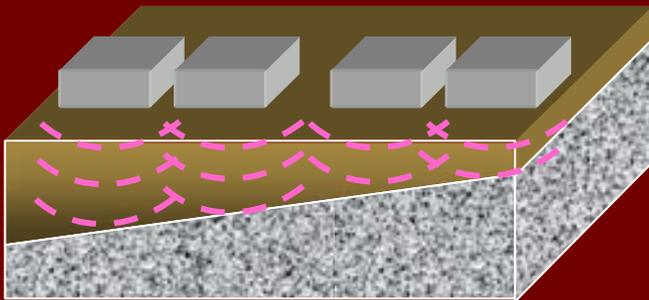
Московский геодинамический строительный полигон



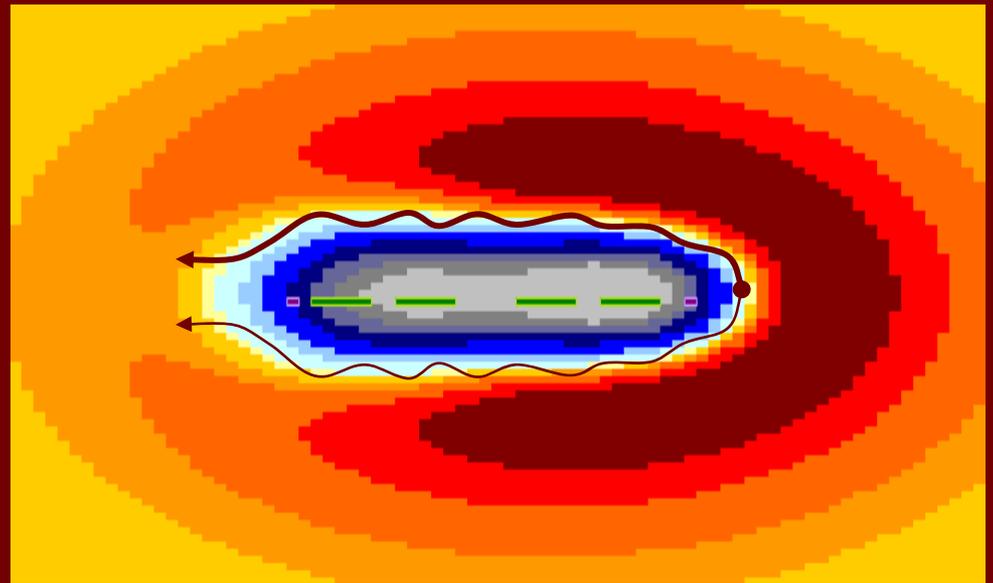
Натурное полигонное моделирование

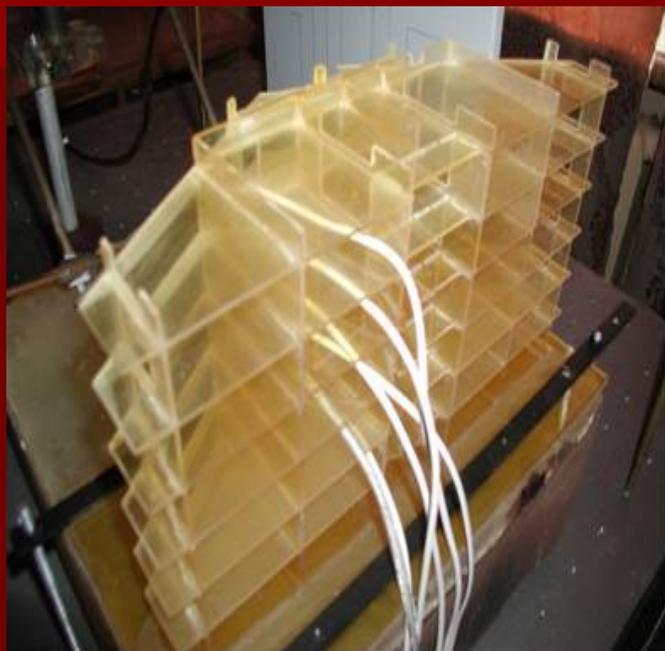
Геоэкологические риски в основании турбинного цеха

Схема
вибровозбуждения
основания



Эпюр нормальных напряжений
на границе пластов





Модельные исследования ударной устойчивости фрагментов несущих конструкций зданий и сооружений



Модельная вибросейсмическая сертификация динамической устойчивости проектных решений секций и фрагментов высотных зданий и сооружений



**Широкоспектральные
нанометрические методы
фотоупругости**

1,5 нм/мм

5 нм/мм

2 нм/мм

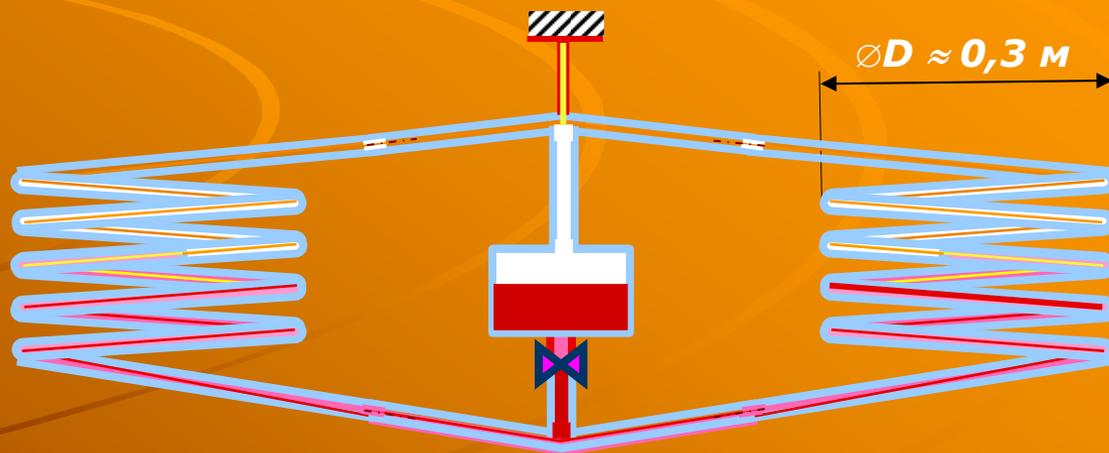
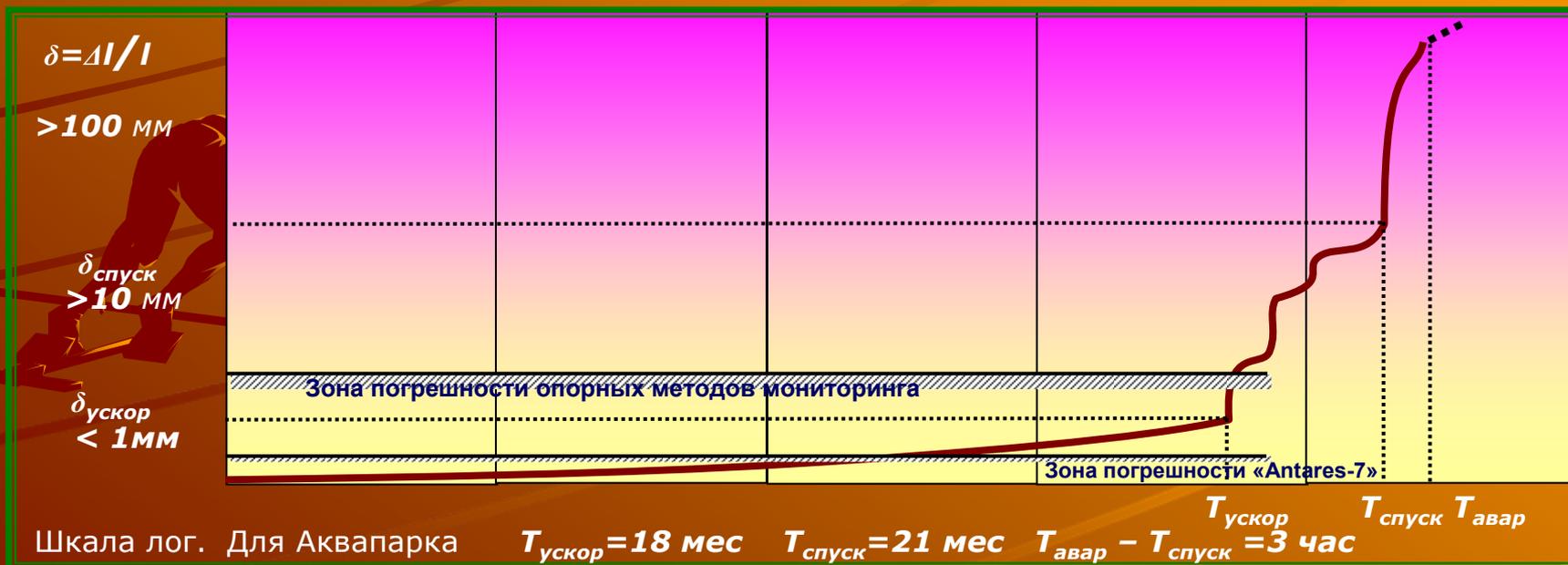


Схема встроенного безопорного нивелирования неравномерных осадок зданий «Antares-7»

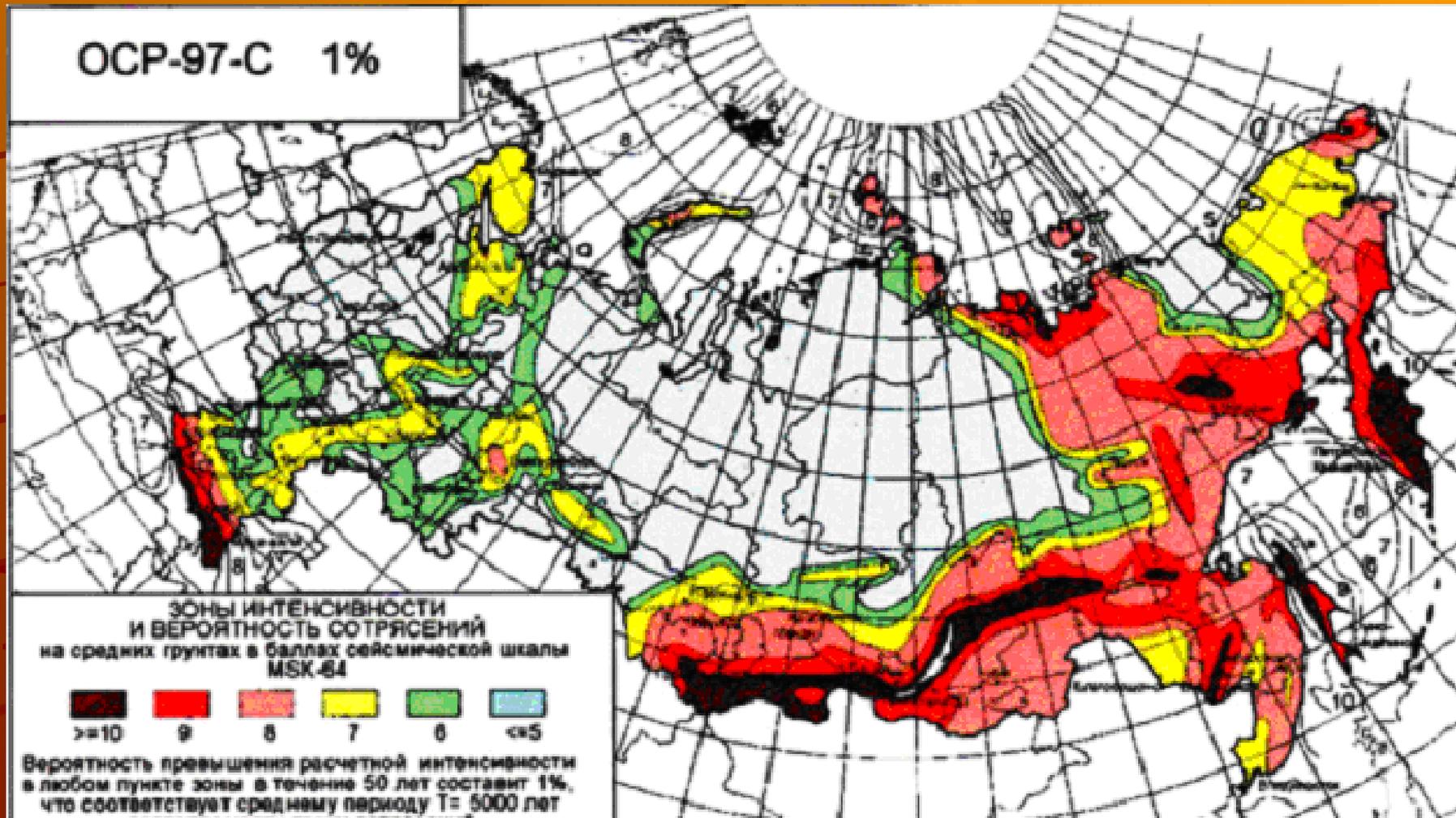


Характерный график эволюции геодеформационных проявлений кренов и аварийной реализации плавных отказов в системе «объект-основание»

Встроенная долгоживущая системы безопорного мониторинга «Antares-7A»»



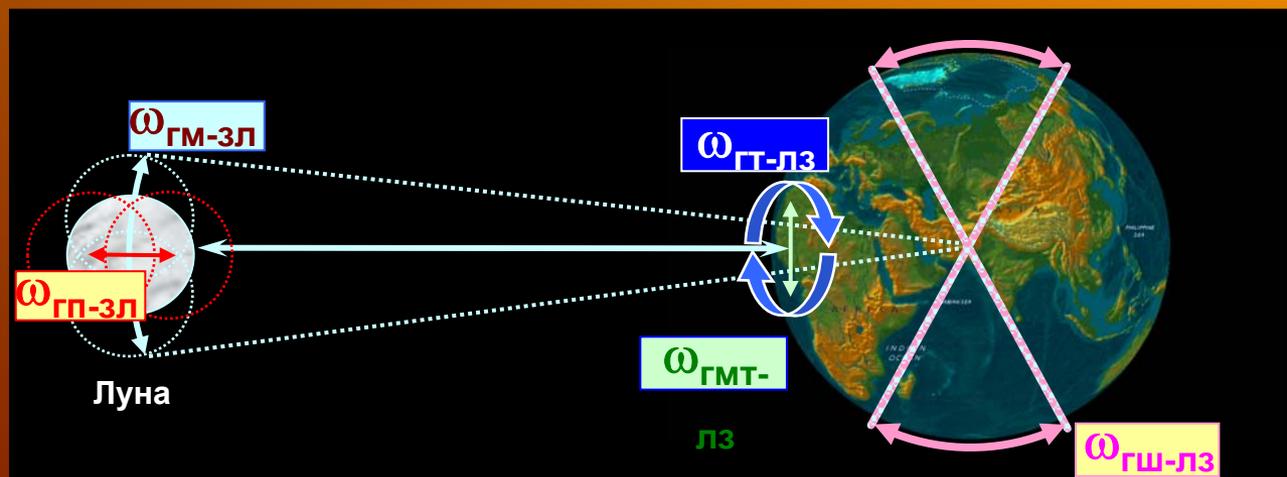
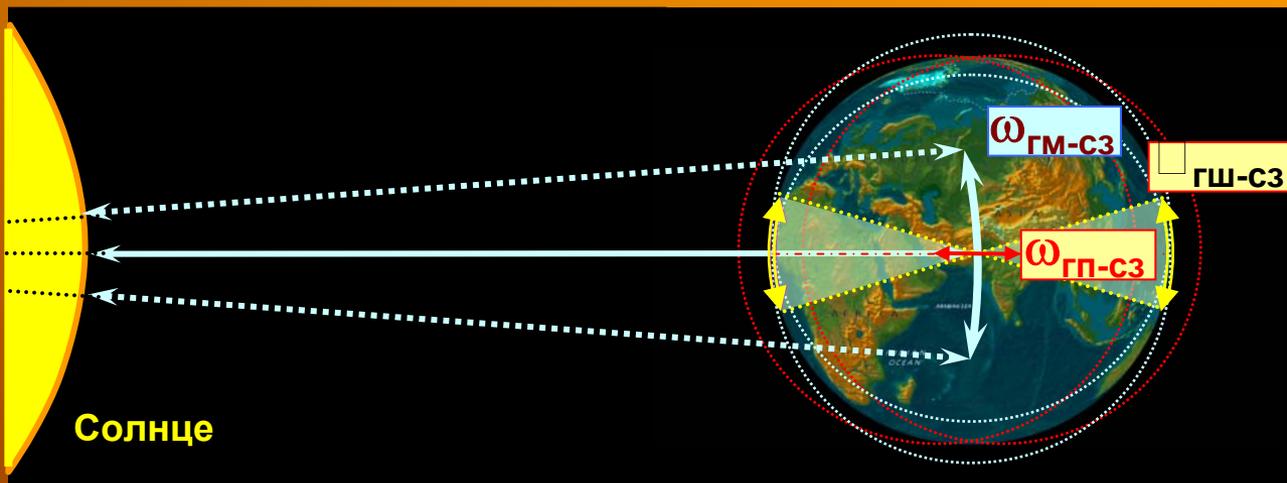
ОСР-97-С 1%



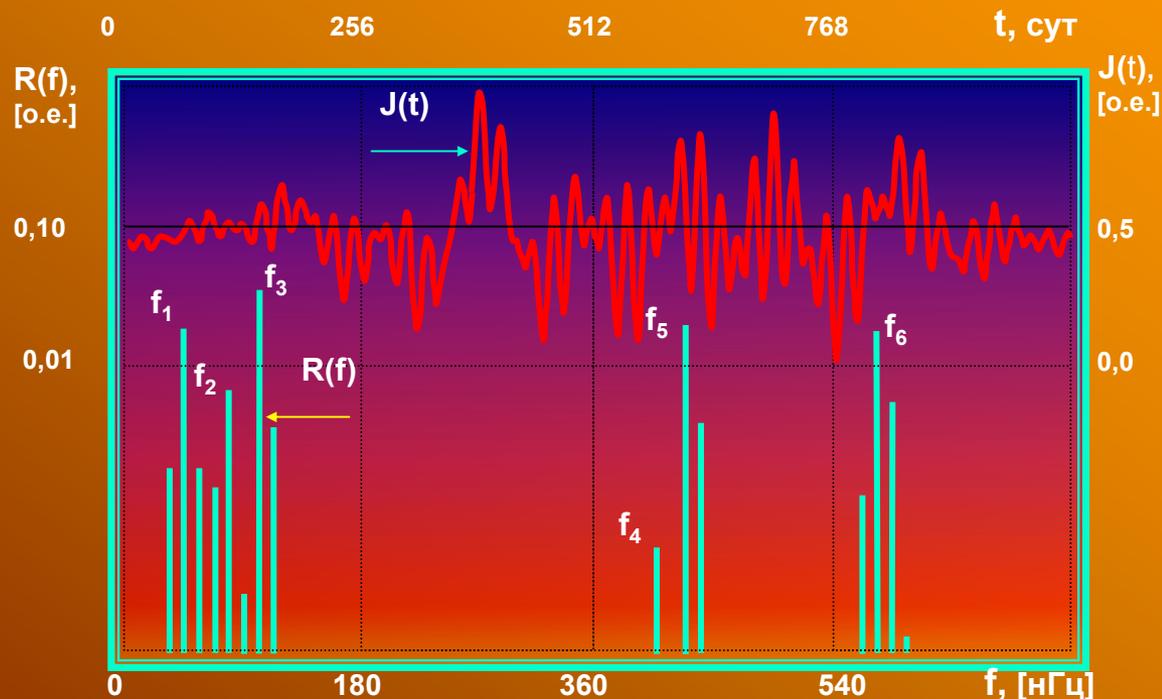
Космогенные источники глобальной, региональной и локальной геофизической активности

Источник	Солнце	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Гравитационная энергия, Дж	$5,5 \cdot 10^{33}$	$1,3 \cdot 10^{27}$	$4,96 \cdot 10^{28}$	$3,4 \cdot 10^{27}$	$1,25 \cdot 10^{30}$	$1,8 \cdot 10^{29}$	$1,3 \cdot 10^{28}$	$9,8 \cdot 10^{27}$	$7,2 \cdot 10^{22}$
Плотность, КДж/кг	$1,0 \cdot 10^6$	0,2	8,3	0,6	$0,21 \cdot 10^3$	31	2,2	1,6	$0,12 \cdot 10^{-3}$
Вариации, КДж/кг	$16,7 \cdot 10^3$	0,112	6,96	0,48	$0,07 \cdot 10^3$	5,9	0,22	0,1	$5,9 \cdot 10^{-6}$

Схема возбуждения основных гравитационных резонансов в системе «Солнце - Земля – Луна»



Эволюция геофизической активности на Земле после взрыва кометы на Юпитере



Характерный нормированный спектр $R(f)$ нормированной суточной интенсивности землетрясений $J(t)$ на планете по официальным данным ОИФЗ РАН на период с 01.01.94 по 28.02.96 после Фурье-анализа и фильтрации [5]:

где $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ – соответственно, гравитационный резонанс Земли и его нелинейная гармоника, нелинейная гармоника гравитационного резонанса Венеры, частота обращения Луны и вращения Солнца, гравитационный резонанс Луны

Мониторинг глобальных гравидинамических возмущений геолого-геофизических процессов в основаниях урбанизированных районов и мегаполисов

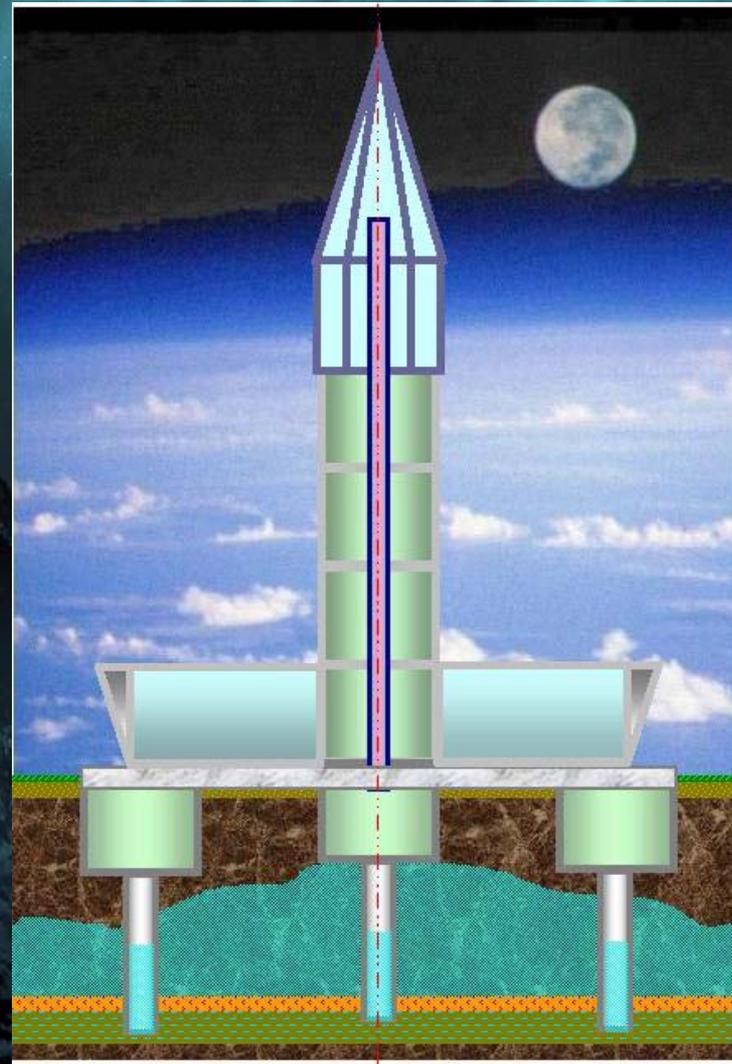
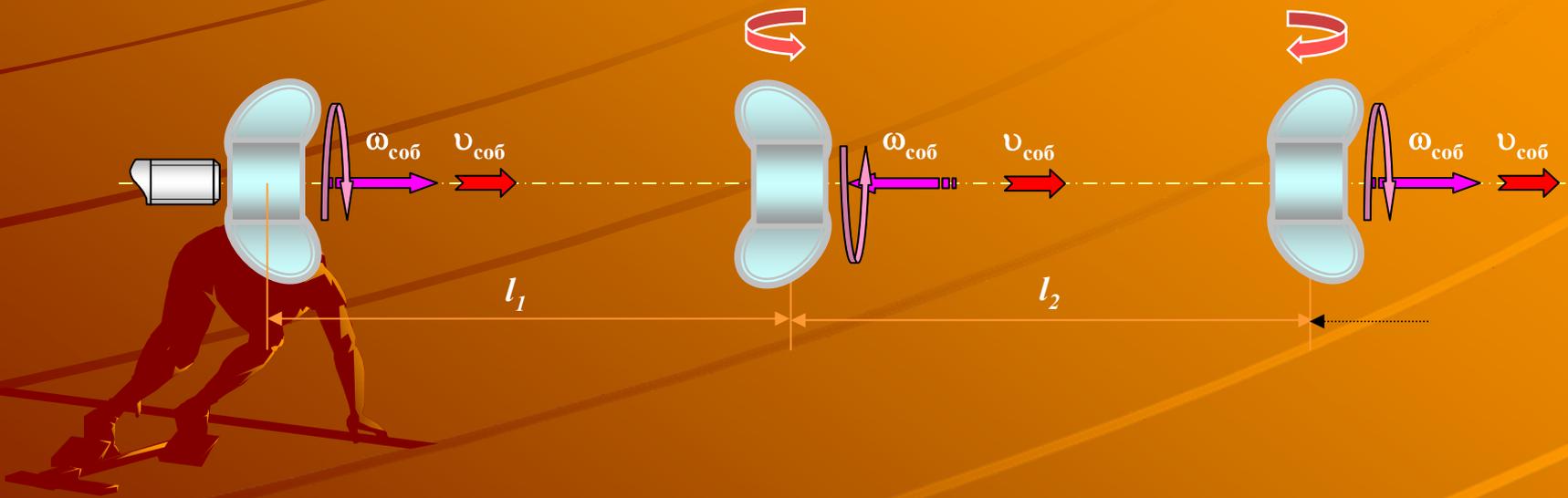
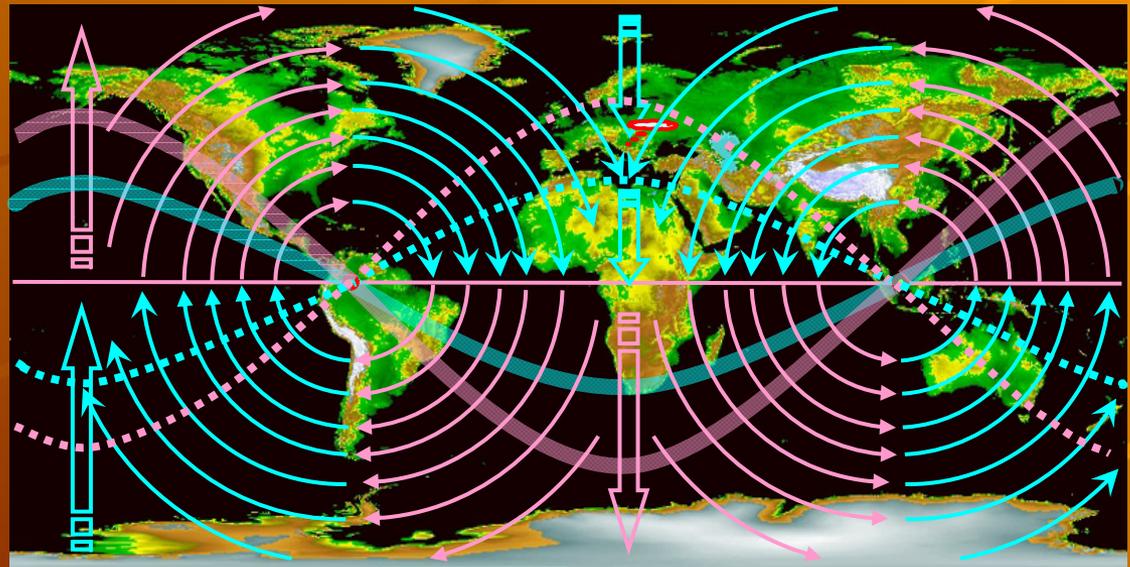
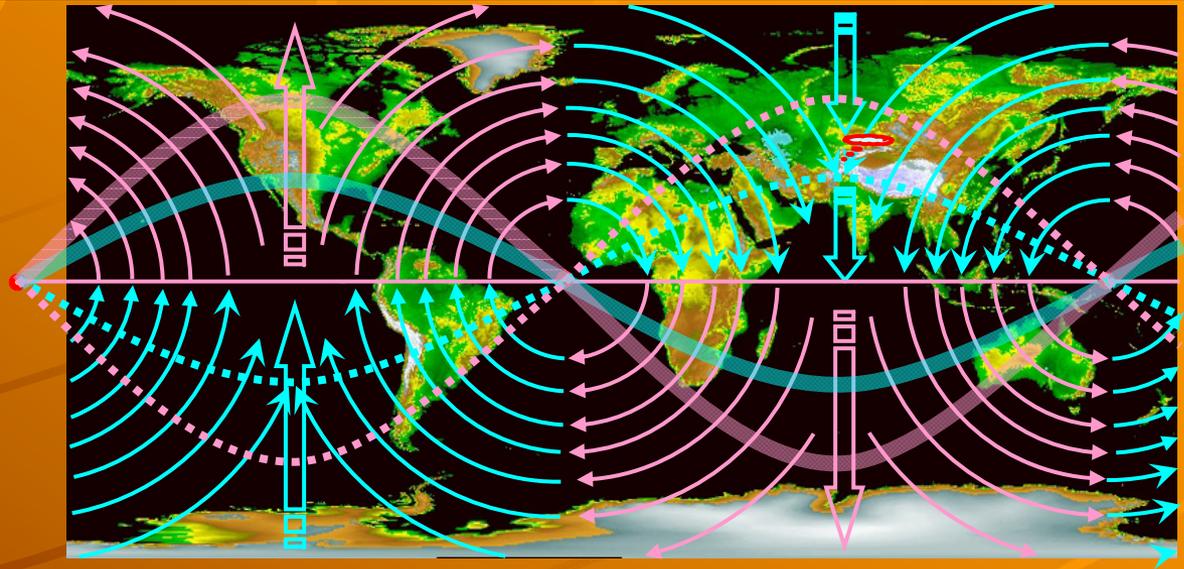
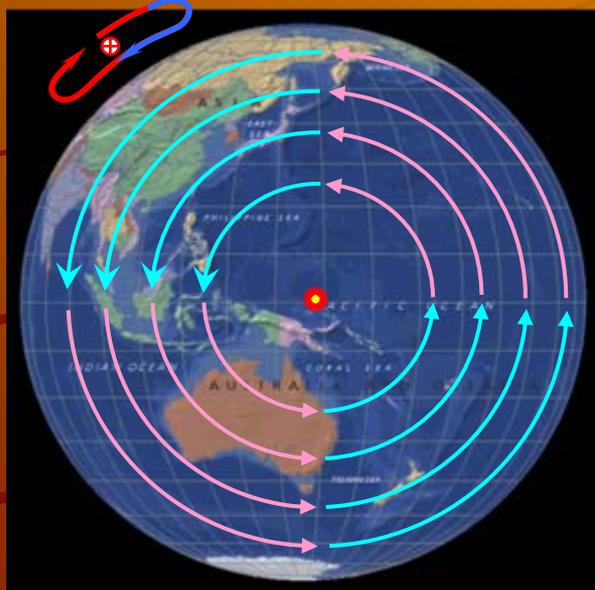


Схема реализации эффекта Джанибекова



Колебательные смещения климатических поясов Земли в результате возбуждения резонанса Шулера и риска возбуждения эффекта Джанибекова в атмосфере Земли



Биосенсорное моделирование в интересах мониторинга биоэкологии жилища

