

Рис. 3 Діаграма класів для проблемної області процесу оптимізації схем водного господарства

Для моделювання проблемної області процесу оптимізації схем водного господарства запропоновано наступні класи та інтерфейси (рис. 3):

- Stream (потік) – матеріальний потік; характеризується величиною витрати та концентраціями речовин-забруднювачів;
- IElement – структурний елемент схеми: процес, який споживає воду; змішувач чи розділювач потоків; процес водоочищення;
- RecycleMatrix (матриця рециклів);
- Unit (апарат) – об'єкт-водоспоживач; характеризується моделлю у вигляді сукупності множини залежностей (наприклад, системи диференціальних рівнянь) та вхідним і вихідним потоками;
- Mixer (змішувач потоків);
- Separator (розділювач потоків).

Наголосимо, що назви класів відповідають термінології, прийнятій в практиці структурної оптимізації схем водного господарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Shakhnovskij A., Jezowski J., Kvitka A., Jezowska A., Statiukha G. Optymalizacja sieci wody procesowej przy zastosowaniu programowania matematycznego. // Inżynieria chemiczna i procesowa. – 2004. –25. – p. 1607-1612..
2. Zgurovsky M., Statyukha G., Kvitka O., Shakhnovsky A., Dzhygyrey I. The Systems Approach to Design of Optimal Water Usage and Wastewater Treatment Networks. Abstracts of International Conference on Environment: Survival and Sustainability. 2007, Nicosia – Northern Cyprus. – MT-14. – P. 623-624.
3. Статюха Г.А., Квитка А.А., Бойко Т.В., Джигирей И.Н. Использование математических моделей процессов очистки для проектирования распределенных систем очистки сточных вод. - Химия и технология воды. - 2006. - N 6., т. 28, с. 517-530.
4. Шахновський, А. М. Використання моделей неявного вигляду при оптимізації схем водного господарства / А. М. Шахновський, О. О. Квітка, О. М. Семенюта // «Екологія. Людина. Суспільство»: Тези доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – 18-22 травня 2011, Київ, 2011. – с. 93-95
5. Paul F. Dubois. Object Technology for Scientific Computing. Object-oriented Numerical Software in Eiffel and C++. – NJ: Prentice-Hall. – 1997. – 300 p.

УДК 551

Учитель И.Л., Корбан В.Х., Михайлов В.И., Капочкин Б. Б., Кучеренко Н.В. (Украина, Одесса)

СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Характеристика общей проблематики. Глобальные геодинамические процессы формируют существенные изменения в окружающей среде. В работах академика П.Н. Кропоткина показано, что в связи с ежегодным июньским изменением объема Земли фиксируется планетарная активизация вулканизма, а в связи с декабрьскими аномальными приливами в твердом теле Земли фиксируется усиление сейсмических проявлений. В связи с «Новой годовой модой» [5] геодинамики, в марте происходит расширение Северного полушария, а в августе Южного полушария, что приводит к многофакторным изменениям. Вследствие явления дилатансии, одни и те же объемы воды, содержащиеся в земной коре, могут формировать как понижение уровня грунтовых

вод (условия растяжения поверхности), так и их подъём. В первом случае будут формироваться условия засухи, во втором подтопления территорий [2]. В условиях растяжения земной коры активизируется дегазация Земли. Учитывая то, что литосферные газы имеют широкий компонентный состав (водород, метан, углекислый газ, кислород), последствия этого процесса могут быть различными, от взрывов на шахтах, до генерирования землетрясений и формирования кимберлитовых трубок взрыва, от образования тропических циклонов и смерчей, до влияния на климат [3]. Геодеформации в виде крутильных колебаний [1] формируют сильнейшие цунамигенные землетрясения в экваториальной зоне. Многолетние направленные изменения объема литосферы в условиях стабильного климата способны вызывать трансгрессии и регрессии Мирового океана [3]. К таким же эффектам приводят кратковременные региональные изменения формы геоида.

В связи с изложенным можно отметить, что геодеформации фиксируются в комплексных изменениях окружающей среды и могут быть зафиксированы в прямыми методами спутниковой геодезии (на суше) и спутниковой альтиметрии (в районах акваторий), в изменениях гравитационного поля и/или сопутствующих эффектах, эманациях газов, а в районах акваторий по пространственно-временным вариациям концентраций аэрозолей. Геодеформации могут быть зафиксированы на суше и в океане по данным ИК радиометрии, по аномалиям фазовых переходов воды в атмосферном воздухе, по аномалиям в ионосфере.

Основные исследования и публикации. В первую очередь рассмотрим возможность использования отечественных спутниковых программ для мониторинга геодинамических процессов. Украинский спутник «Сич-1М» предназначен для получения информации активными и пассивными методами одновременно в оптическом, инфракрасном и микроволновом диапазонах и позволяет решать ряд практических задач по исследованию ионосферы, атмосферы Земли и Мирового океана, мониторингу гидрологической и ледовой обстановки, растительных и почвенных покровов суши и др.

В перечне международных космических проектов по изучению глобальной геодинамики необходимо выделить проект GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) — спутниковая миссия, направленная на изучение гравитационного поля Земли и его временных вариаций. GRACE картографирует гравитационное поле, измеряя положение двух идентичных спутников. Собственное движение и ориентация спутников регистрируются с помощью приёмников GPS, акселерометров и звёздных датчиков. Кроме того, спутники оснащены уголковыми отражателями для использования в спутниковой лазерной дальнометрии. Спутники пролетают над каждым участком Земли приблизительно раз в месяц, что позволяет проследивать естественные перемещения масс. Спутник GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer) также предназначен для изучения гравитационного поля Земли и формы геоида. Низкая орбита спутника и высокая точность акселерометров позволяют улучшить точность определения геоида до 1-2 см на масштабах порядка 100 км.

В области спутниковой альтиметрии необходимо выделить проект OSTM (Ocean Surface Topography Mission) — высокотехнологичная океанографическая космическая лаборатория, выполняющая миссию по измерению рельефа поверхности Мирового океана. Импульсный радиовысотометр, предназначен для измерения расстояния от спутника до океана. AMR (Advanced Microwave Radiometer) усовершенствованный микроволновой радиометр, предназначен для измерения количества пара над океаном.

В области спутниковой геодезии следует указать на проекты GPS и ГЛОНАСС.

В области спутниковой интерферометрии необходимо указать на проекты ENVISAT и ERS-1/2.

- В области радиолокации наиболее современным является проект SAR-Lupe спутниковая система, состоящая из пяти одинаковых спутников-радаров и одной наземной станции управления, которая может получать круглосуточно и независимо от погодных условий изображения любого участка поверхности Земли с разрешением до 0,5 м. Спутники используют радары на принципе синтеза апертуры, позволяющие получать изображения поверхности вне зависимости от наличия освещения и облачности. Метод синтетической апертуры позволяет за счёт многократного получения изображения одного элемента поверхности с различных углов наблюдения получить существенное увеличение пространственного разрешения, по сравнению с обыкновенным радаром.

Проект TwinSat (Россия, Великобритания), направлен на прогнозирование землетрясений. Спутники смогут фиксировать исходящие от Земли электромагнитные импульсы. Принцип действия технологии TwinSat основан на том, что перед землетрясением, от Земли исходит электромагнитное излучение. Выделение полезного сигнала, по мнению разработчиков, будет легче выполнить в космическом пространстве.

Другие проекты широкого профиля:

- NOAA-16 — метеорологический спутник, несёт на себе усовершенствованный зондирующий прибор СВЧ (AMSU), усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения (AVHRR), а также инфракрасный радиометр с высокой разрешающей способностью.

- Программа Landsat поставляет снимки в 8 спектральных диапазонах с пространственным разрешением от 15 до 60 метров на точку; периодичность сбора данных 16 суток.

- Терра (EOS AM-1), несёт на борту пять дистанционных зондов. ASTER, японский зонд, фотографирующий Землю с высоким разрешением в 15 диапазонах электромагнитного спектра, от видимого до инфракрасного излучения, с разрешением от 15 до 90 метров, изображения ASTER используются для создания подробных карт температуры поверхности земли, излучательности, отражательности. MISR - 9 цифровых фотоаппаратов приспособленных для измерения солнечного излучения, отражаемого Землёй (как поверхностью, так и атмосферой) в различных направлениях и диапазонах спектра. MODIS - фотографирует в

36 диапазонах спектра, с длиной волны от 0.4 мкм до 14.4 мкм и разрешением от 250 м до 1 км. МОРІТТ - наблюдает за характером загрязнения атмосферы, например за угарным газом и аэрозолями.

Формирование задачи. Задачей настоящего исследования является оценка перспектив участия Украины в международных проектах спутникового мониторинга.

Полученные результаты. Из выделяемых средств на космические программы, например Европейское спутниковое агентство, более 70% средств тратит на решение чисто технических задач. Оставшихся денег, недостаточно для устойчивого финансирования научных проектов, направленных на создание технологий по интерпретации спутниковых данных. В такой ситуации, Украина, как «космическая держава» имеет возможность сконцентрироваться на разработке современных технологий обработки и интерпретации спутниковой информации.

Актуальность затронутой проблемы подтверждается рядом фактов. Например, функционирующая Европейская система перманентных станций спутниковой геодезии нацелена на решение проблем геодинамики, в том числе прогнозирования землетрясений. Система функционирует более 10-лет и на начальном этапе имела невысокий уровень точности. В этой ситуации фиксированный на земной поверхности геодезический пункт характеризовался «облаком» равновероятных пространственных положений, с радиусом около метра. Со временем точность аппаратуры повысилась, но объем «облака» равновероятных пространственных положений геодезических пунктов уменьшился, но не соответственно увеличению точности определения координат. Учитывая то, что наряду с аппаратурными погрешностями существуют трудно определяемые ошибки, связанные с задержками прохождения сигнала ионосферой, было принято неверное решение удаления якобы погрешностей, вносимых атмосферой, путем применения математической обработки временных рядов. Методами высокочастотной фильтрации временных рядов определения геодезических координат перманентной сети было определено, что при осреднении данных по каждому пункту с недельным окном, «облако» равновероятных пространственных положений каждого конкретного геодезического пункта резко уменьшается в объеме. Не понимая причин данного эффекта, был утвержден Европейский стандарт фильтрации данных GPS измерений. На протяжении многих лет на конференциях разного уровня нами специалистами приводились доводы в пользу того, что отфильтрованная «ошибка» может содержать полезный сигнал. Благодаря исследованиям одесских специалистов, опубликованных 4-х монографиях было показано, что «облако ошибок» формирует неизвестный ранее класс тектонических движений – быстропротекающие геодформации асейсмического характера. При презентации доклада показан видеосюжет, визуализирующий такие геодформации (амплитуда измеряется сантиметрами, период от нескольких секунд до нескольких суток). Таким образом, благодаря разработке запатентованных технологий диагностирования и прогнозирования быстропротекающих геодформаций, возникла возможность резко, на 2-3 порядка повысить точность определения геодформаций спутниковыми методами.

С февраля 2011 года Европейская система перманентных геодезических измерений выдает для анализа как отфильтрованные с недельным окном, так и среднесуточные данные о координатах пунктов сети. Казалось бы, что проблема решена, и перспективы увеличения достоверности спутниковых геодезических измерений отсутствуют. Оказалось, что перспективы есть. Изучение данных широкополосных сейсмостанций позволило нам выявить эпизодическое проявление геодформаций с достаточно высокой амплитудой, длительностью от нескольких секунд до нескольких минут. Изучение этого типа геодформаций актуально, так как они разрушают инженерные сооружения. Однако при современной дискретности методов спутниковой геодезии геодформации с периодами менее одной минуты должны идентифицироваться как ошибки, что ставит задачу увеличения частоты опроса системы, а геодформации с периодом несколько минут фиксируются, но «уничтожаются» путем посуточного осреднения данных.

Из изложенного следует, что технологии обработки и интерпретации данных GPS мониторинга по эффекту соизмеримы с технологиями разработки технических средств спутникового геодезического мониторинга.

Подтвердим данный тезис другим примером. Известно, что «полезнее» не иметь никакой информации, чем пользоваться дезинформацией. Это особенно актуально для решения задач МЧС. Для определения топографии водной поверхности применяют данные измерения альтиметрических спутников. Однако данные этих спутников не подтвердили ожидаемое наличие тренда в изменениях уровня Мирового океана, как результата глобального потепления. Для устранения такого «неудобства», Университет штата Колорадо (США) «подправляет» спутниковые данные, искусственно вводя «нужный» тренд. В такой ситуации пользование данными спутниковой альтиметрии становится неприемлемым.

В задачу национальных пользователей спутниковой информацией должно входить обнаружение и в случае необходимости устранение искусственно вносимых изменений в спутниковые данные.

В качестве научных достижений авторов настоящего сообщения можно выделить запатентованные спутниковые технологии прогнозирования землетрясений, быстропротекающих геодформаций и аналогичных изменений гравитационного поля. На основании данных о региональных геодформациях с использованием спутниковых технологий нами в 2004 году были предсказаны изменения регионального климата Южной Америки в 2005 году, приведшие к глобальному продовольственному кризису в 2008 году. По данным ИК спектроскопии атмосферы нами был выявлен процесс регионального изменения климата Африканского континента в 2001 г. На основании данных спутниковой альтиметрии нами выявлены крупномасштабные геодформации сопровождаемые экстремальными погодными аномалиями в Северном море в ноябре 2005 г. На

основании данных спутниковых гравиметрических измерений нами были объяснены причины экстремальных погодных условий в России летом 2010 г.

В плане мониторинга изменений магнитосферы Земли, особенно с учетом последних официальных прогнозов аварий электрических сетей в США, опубликованных специалистами NASA (проблемы «переполосовки» и/или усиления магнитных бурь) нами предложен практический проект снижения риска энергетического коллапса на Украине путем создания дублирующей системы обеспечения электричеством стратегически важных объектов и населения, используя существующую сеть газопроводов. Для создания дублирующей системы (резервной) целесообразно промышленное изготовление электрогенераторов на природном газе.

Выводы. Современный уровень получаемой спутниковой информации по техническим показателям позволяет успешно решать комплекс задач, связанных с глобальной геодинамикой. Основной проблемой остается недостаточный уровень интерпретации спутниковой информации, что открывает перед Украиной широкий спектр перспектив в разработке спутниковых технологий и обучению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтенко С.П., Учитель И.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б., Геодинамика. Основы кинематической геодезии, Одесса, 2007, 240 с.
2. Михайлов В.И., Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Взаимодействие в системе «литосфера-гидросфера», Одесса, 2010, 154 с.
3. Михайлов В.И., Дорофеев В.С., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., Современные изменения уровня Черного моря как основа стратегии освоения прибрежий, Одесса, 2010, 165 с.
4. Сывороткин В.Л., Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы, М., 2002, 250 с.
5. A New Global Mode of Earth Deformation: Seasonal Cycle Detected, Science 2001: Vol. 294. no. 5550, pp. 2342 – 2345 DOI: 10.1126/science.1065328

УДК 551

Учитель И.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. (Украина, Одесса)

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Характеристика общей проблематики. Глобальные изменения – главная особенность существования нашей планеты. Геологические процессы, климат, биосферные изменения характеризуются скачкообразными изменениями от одного устойчивого состояния к другому устойчивому состоянию, причем в это характерно для всех временных масштабов. Для каждого процесса причиной таких скачкообразных изменений являются разные влияющие факторы, однако силы, формирующие глобальные изменения одни и те же. Данное исследование посвящено освещению проблемы динамики глобальных изменений вод действием внешних и внутренних влияющих факторов.

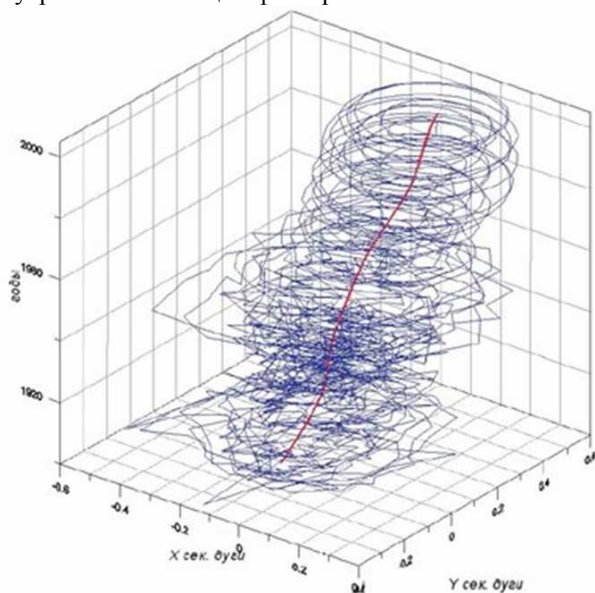


Рис. 1. Траектория запаздывания Земной коры при вращении Земли вокруг своей оси [9]

Причиной изменения такой инерционности может быть циклическое изменение температуры и следственно вязкости жидких внутренних подкорковых сфер.

Такие изменения безусловно связаны с изменением ротационных эффектов, изменениями фигуры Земли

Основные исследования и публикации. Впервые синхронизация ротационных процессов, глобальной сейсмичности, глобальной геодинамики, климата и других процессов рассмотрена в монографии [9]. В этой работе на основании изменений во внутренних сферах Земли, происходящих под влиянием внешнего гравитационного воздействия на нашу планету предложен термин «геодинамическая эпоха», включающий стабильные условия существования нашей планеты в промежутках между скачкообразными изменениями. Этот термин относится к глобальным изменениям внутри 18,6 летних циклов глобальных изменений Земли, обусловленных периодическими смещениями узлов орбиты Луны. Критерием смены геодинамических эпох приняты изменения линейной скорости и радиуса смещения проекции оси вращения Земли на её поверхность, рис.1.

Физический смысл этого процесса состоит в изменении инерционности запаздывания вращения твердой оболочки (литосферы) относительно вращения пластичных внутренних сфер Земли.