

---

УДК 621.396

## Структура информационной обработки подсистемы пространственно-временного прогнозирования геодинамики\*

Дорофеев Н.В., Орехов А.А.

В работе рассматривается структура информационной обработки подсистемы пространственно-временного прогнозирования геодинамики геологической среды. Предлагаемая структура информационной обработки нацелена на получение прогнозной функции развития геологической среды под влиянием естественных и искусственных факторов. При получении прогнозной функции учитываются не только гидрологические и температурные помехи, но и степень закарстованности территории, а так же причины развития карстовых процессов; техногенная нагрузка на грунты и природные факторы, влияющие на деформацию грунта. Предлагаемая структура информационной обработки подсистемы прогнозирования хорошо сочетается с модульной и сервис-ориентированной архитектурой географической информационно-аналитической системой. Предлагаемую структуру можно с легкостью расширять, подключая к распределенной системе глобального геоэкологического мониторинга новые измерительные комплексы, системы и базы данных.

*Ключевые слова:* система геоэлектрического контроля, система мониторинга, геоэкология, геоэкологический мониторинг, прогнозирование.

## The information processing structure of the subsystem for space-time geodynamic forecasting

Dorofeev N.V., Orekhov A.A.

The paper deals with the information processing structure of the subsystem for space-time geodynamic forecasting of geological environment. The structure under discussion aims at obtaining the predictive function of the geological environment caused by natural and man-made factors. Upon receiving the predictive function a number of factors should be taken into consideration: hydrological and thermal noise, the degree of karst-developed area, the reasons for karst process development, human impacts on soil as well as environmental factors affecting the soil deformation. The structure of the information processing subsystem prediction fits well with the modular and service-oriented architecture of the geographic information analysis system. The structure can be easily expanded by connecting new measurement systems and databases to a distributed system of global geo-environmental monitoring.

*Keywords:* geoelectric monitoring system, monitoring system, geo-ecology, geo-ecological monitoring, forecasting.

### Введение

Интенсивное развитие средств вычислительной техники, геоинформационных технологий, мониторинговых сетей дает возможность проектированию, внедрению и развитию распределенных систем прогнозирования глобальных процессов. Однако, в настоящее время для повышения точности прогнозов, зачастую не хватает полноты математического описания наблюдаемых процессов, а так же дополнительной информации. Техниче-

ским решением подобной проблемы является развитие единой географической информационно-аналитической системы, способной объединить разрозненные базы данных, измерительные комплексы, мониторинговые системы и ГИС [1].

Целью работы является разработка структуры информационной обработки подсистемы прогнозирования в системах геодинамического мониторинга.

\*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ №МК-3485.2012.8

### Определяющие факторы

Существующие системы геодинамического мониторинга на основе электрических и/или магнитных параметров грунта наблюдают за изменениями структуры геологического разреза [2]. Поэтому подсистема прогнозирования может опираться на динамику в геологическом разрезе, растворение пород, удельного электрического сопротивления, передаточной функции геологического разреза и т.п.

При определении электрических и магнитных параметров грунта в реальном масштабе времени необходимо учитывать температурные и гидрологические помехи [3, 4].

Зависимости температуры грунта от его свойств, температуры воздуха, влажности и уровня сезонного оттаивания подробно рассмотрены в трудах И.С. Житомирского и А. Инстанеса [5]. Зависимости электрических и физических свойств грунтов от влажности и факторов образующих ее кроме пособия к СНиП 2.05.02-85 рассмотрены в работах [6, 7]. Следует отметить о рекурсивной зависимости температуры грунта от его влажности и наоборот. В этом случае, при программной реализации алгоритма прогнозирования зависимым параметром будет выбран тот, составные части которого остались неизменны на протяжении времени  $t$ . Например, в случае изменения уровня грунтовых вод и неизменной температуре воздуха зависимым параметром будет температура грунта. А в случае изменения температуры воздуха либо интенсивности солнечного света при неизменных источниках влаги зависимым параметром будет влажность грунта.

### Прогнозная функция

В настоящее время методология, методы и алгоритмы геоинформационного прогнозирования активно развиваются [8]. В данном разделе предлагается структура информационной обработки подсистемы прогнозирования геодинамики (рис. 1), нацеленной на получение прогнозной функции.

Как видно из рис. 1, на результат получения прогнозной оценки влияют не только температурная и гидрологическая помехи, но и категория карстоопасности анализируемой территории, структура геологического разреза (типы грунтов, их размеры, границы и взаимное расположение), данные электроразведочных и мониторинговых систем. Кроме этого на прогнозные оценки развития геодинамики влияют результаты оценки возможных деформаций грунтов под влиянием не только естественных факторов, но и искусственных тоже (административно-хозяйственные сооружения).

Карстоопасность района определяется по данным проводимого морфологического анализа (базе данных замкнутых понижений земной поверхности), геологических данных и наблюдаемой за некоторый период времени динамики геологического разреза. Следует отметить, что степень карстологической опасности повышается в случае наличия «выхода» воды, т.е. наличия не только источника влаги, но и места её дальнейшего ухода. Поэтому к модулю оценки карстоопасности подключается база данных водных объектов. Таким образом, учитываются все факторы развития карстово-суффозионных процессов: наличие растворимых пород, притока и оттока воды.

Немаловажным фактором при полной оценке геодинамики является деформация грунта под воздействием внешних и внутренних сил.

### Выводы

Предлагаемая структура информационной обработки подсистемы прогнозирования хорошо сочетается с модульной и сервис-ориентированной архитектурой ГИАС. Данную структуру можно с легкостью расширять, подключая к распределенной системе глобального геоэкологического мониторинга новые измерительные комплексы и базы данных.

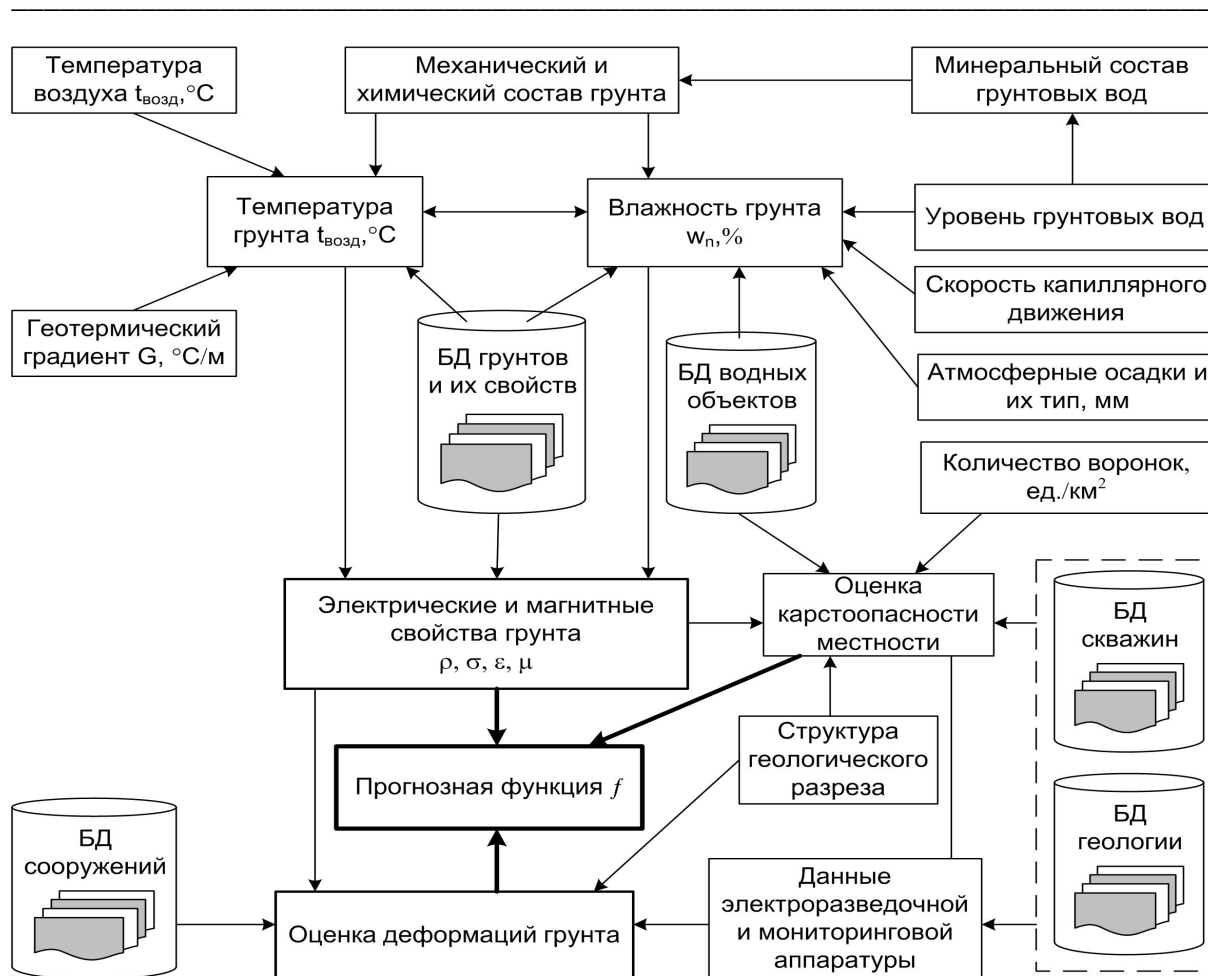


Рис. 1. Структура информационной обработки подсистемы прогнозирования геодинамики элементов измерительного тракта.

Рассмотренная структура, а соответственно и прогнозирующая функция не описывает всех факторов. Так, например, при оценке свойств грунта отсутствуют параметры покрытия грунта, фазы и активности солнца и т.п., хотя данные параметры учитываются косвенно при измерении градиента температуры грунта по глубине и получении метеорологических данных.

### Литература

1. Дорощев Н.В., Орехов А.А. Организация географической информационно-аналитической системы геоэкологического мониторинга // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, №2. – С. 53-56.

2. Орехов А.А., Дорощев Н.В. Информационно-измерительная система для проведения геоэлектрического контроля геодинамических объектов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, №2. – С. 60-62.

3. Цаплев А.В., Кузичкин О.Р. Применение регрессионной обработки для компенсации температурных помех в системах геоэлектрического контроля // Радиопромышленность, 2012, № 2. – С. 147-153.

4. Орехов А.А., Дорощев Н.В. Исследование влияния режима подземных вод на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных, 2012, №21. – С. 46-52.

5. Instanes A. Arctic Climate Impact Assessment // Scientific Report, 2006, chapter 16.

6. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Алгоритм коррекции влияния гидрологической помехи на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных, 2012, №22. – С. 74-78.

7. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Геоэлектрическое моделирование подземных водных объектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, №4. – С. 16-19.

8. Гиттис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике // ФИЗМАТЛИТ, 2004.

### References

1. Dorofeev N.V., Orekhov A.A. Organisation for Geographic Information Analysis System of geo-ecological monitoring // Radio Engineering and Telecommunication Systems, 2012, № 2. – P. 53-56.

2. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Information-measuring system for geoelectrical monitoring of geodynamic objects // Radio Engineering and Telecommunication Systems, 2012, № 2. – P. 60-62.

3. Tsaplev A.V., Kuzichkin O.R. The use of a regression process to compensate for temperature interference in the geoelectric monitoring // Radio industry, 2012, № 2. – P. 147-153.

4. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Investigation of the influence of the groundwater regime in the geodynamic control objects // Algorithms, methods and data processing systems, 2012, № 21. – P. 46-52.

5. Instanes A. Arctic Climate Impact Assessment // Scientific Report, 2006, chapter 16.

6. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Algorithm for correcting the influence of hydrological disturbance on the geodynamic control objects // Algorithms, methods, and data processing systems, 2012, № 22. – P. 74-78.

7. Orekhov A.A., Dorofeev N.V. Geoelectric modeling underground water objects // Engineering industry and life safety, 2012, №4. – P. 16-19.

8. Gittis V.G., Ermakov B.V. Fundamentals of spatial-temporal prediction in Geoinformatics // FIZMATLIT, 2004.

Статья поступила в редакцию 2 марта 2013 г.

---

*Дорофеев Николай Викторович* – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». E-mail: DorofeevNV@yandex.ru

*Орехов Александр Александрович* – старший преподаватель кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». E-mail: alexorems@yandex.ru

---

*Dorofeev Nikolay Viktorovich* – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University. E-mail: DorofeevNV@yandex.ru

*Orekhov Aleksandr Aleksandrovich* – Teacher, Murom Institute of Vladimir State University. E-mail: alexorems@yandex.ru