

А.А. Орехов, Н.В. Дорофеев

(Муромский институт Владимирского государственного университета;
e-mail: alexorems@yandex.ru)

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Проведён анализ процессов взаимодействия природно-технической системы, окружающей среды и системы геоэкологического мониторинга. Разработана и детально описана обобщённая структура организации геоэкологического мониторинга геодинамических объектов.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, инженерно-техническое сооружение, система инженерной защиты.

A.A. Orekhov, N.V. Dorofeev

ORGANIZATION STRUCTURE GEOECOLOGICAL MONITORING OF GEODYNAMIC OBJECTS

Interaction processes of natural-technical system, environment and geoecological monitoring system are analysed. The generalized organization structure of geodynamic objects geoecological monitoring is developed and in details described.

Key words: geoecological monitoring, geodynamic object, engineer-technical building, engineering protection system.

В современном урбанизированном обществе, в условиях научно-технического прогресса, под расположение сложных высокотехнологичных промышленных объектов задействуются всё большие площади. Подобные объекты, расположенные в зонах естественных и искусственных неустойчивых геодинамических структур (оползни, осыпи, обвалы и зоны развития карста), являются потенциально опасными и могут приводить к аварийным либо катастрофическим ситуациям [4].

В связи с этим, в настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению мониторинговых систем предупреждения аварий и катастроф на природных и технических объектах, вызванных неустойчивостью прилегающей геологической среды. Особое место среди них занимают автоматизированные системы мониторинга геологической среды, построенные на базе применения электромагнитных методов зондирования, обеспечивающих эффективную организацию наблюдений за геодинамическими объектами, оценку их состояния и прогноза развития [3].

Геологическая среда в инженерной геологии рассматривается как часть литосферы, взаимодействующая с различными народно-хозяйственными или инженерно-техническими сооружениями, созданными человеком. На практике для решения проблем защиты природных и технических объектов от возможных последствий аварий и катастроф, а также контроля за несущей способностью налегающих и подстилающих грунтов в процессе эксплуатации промыш-

ленных объектов целесообразно использовать мониторинговые системы геодинамических исследований. Они позволяют проводить относительную оценку геомеханических изменений геодинамических объектов и проводить прогнозную оценку вероятностей техногенных аварий и катастроф по результатам обработки данных геодинамического контроля [5].

Инженерно-техническое сооружение и прилегающая часть геологической среды образуют природно-техническую систему (рис. 1). Зоной эколого-геологического влияния называется та часть геологической среды, в пределах которой под влиянием прямого или косвенного техногенного воздействия происходят существенные изменения всех или некоторых её элементов, имеющие экологическое значение для человека. Границами этой зоны являются пределы, за которыми эти изменения отсутствуют или несущественны с экологической точки зрения. Под зоной эколого-геологического влияния понимаются геодинамические объекты – приповерхностные и глубинные неоднородности естественного и искусственного происхождения, а также, в случае использования естественных геофизических источников, – характеристики и параметры этих источников.

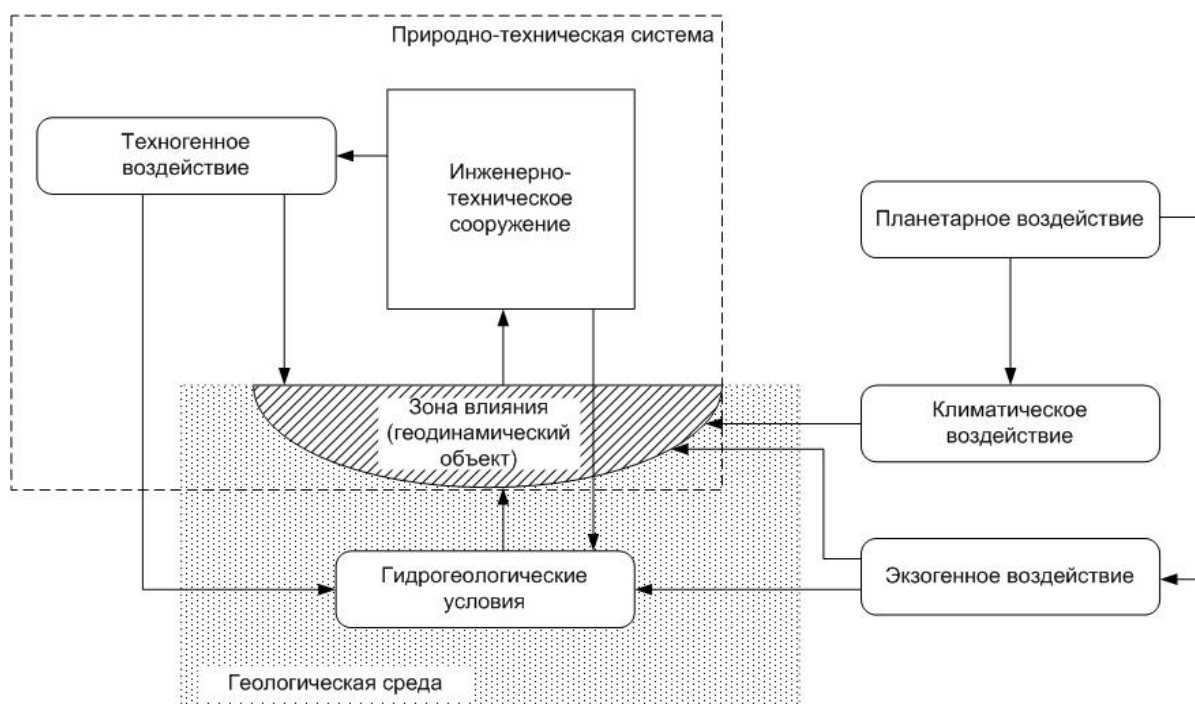


Рис. 1. Схема воздействия внешних факторов на природно-техническую систему

Под гидрогеологическими условиями понимаются характеристики залегания подземных вод, состав геологической среды и свойства водоносных пород, динамика, качество и количество подземных вод, особенности их естественного и искусственного режима [1]. Инженерно-техническое сооружение оказывает влияние на геологическую среду посредством техногенного воздействия. Кроме того, на геологическую среду оказывает влияние планетарное воздействие посредством климатических и экзогенных факторов.

К техногенным воздействиям на геологическую среду, помимо непосредственно механических, термических, электромагнитных, радиационных, химических и биологических, относят также гидродинамические. Гидромеханические воздействия влияют как на вещественные компоненты геологической среды (горные породы и подземные воды), так и на его динамические процессы. При этом изменения рельефа проявляются в результате активизации геодинамических процессов [6] и воздействий двух типов: ведущих к повышению напора или уровня подземных вод и ведущих к их понижению.

Разработана обобщённая структура организации геоэкологического мониторинга природно-технических систем (рис. 2).

В обобщённой структуре выделяются внешние воздействия, природно-техническая система и система геоэкологического мониторинга. Внешние, по отношению к геодинамическому объекту, воздействия бывают техногенными V , экзогенными P и климатическими T .

Экзогенные воздействия влияют на геодинамический объект S_P и гидрогеологические условия G_P : $P = \{S_P, G_P\}$.

Отдельно выделяются гидрогеологические условия $G = \{G_d, \xi_G\}$, оказывающие влияние на геодинамические S_G и электромагнитные E_G параметры геодинамического объекта: $G_d = \{S_d, E_d\}$.

Техногенное воздействие V включает в себя геодеформационные процессы S_d и микросейсмическое воздействие ξ_m , возникающие в результате деятельности промышленного предприятия.

Также сюда относятся промышленные отходы G_H , изменяющие гидрогеологические условия и химический состав геологической среды: $V = \{S_d, G_H, \xi_m\}$.

Гидрогеологические условия могут изменяться посредством организации предприятием водозаборов G_O . Таким образом, гидрогеологические условия среды определяются как $f_G: G_P \times G_O \times G_H \rightarrow G$, где $G = \{G_d, \xi_G\}$, а $G_d = \{S_d, E_d\}$.

Климатические воздействия ξ_T , изменяющие электромагнитные параметры геологической среды E_T , микросейсмические ξ_m и гидрогеологические воздействия ξ_G , образуют группу помехообразующих факторов: $\xi = \{\xi_G, \xi_T, \xi_m\}$.

Природно-техническая система включает в себя инженерно-техническое сооружение, геодинамический объект и систему инженерной защиты, которая организуется предприятием, эксплуатирующим данное сооружение.

В геодинамическом объекте выделяются геодинамические S и электромагнитные E параметры, а также химический состав H геологической среды.

На геодинамические параметры геологической среды оказывают воздействия геодеформационные процессы S_d , экзогенные факторы S_P и гидрогеологические условия S_G .

В свою очередь, геодинамические параметры определяют электромагнитные [6]. Таким образом, $f_d: S_d \times S_G \times S_P \rightarrow E_d$.

На химический состав геологической среды оказывают влияния промышленные отходы G_H , а химический состав, в свою очередь, влияет на электромагнитные параметры E_H .

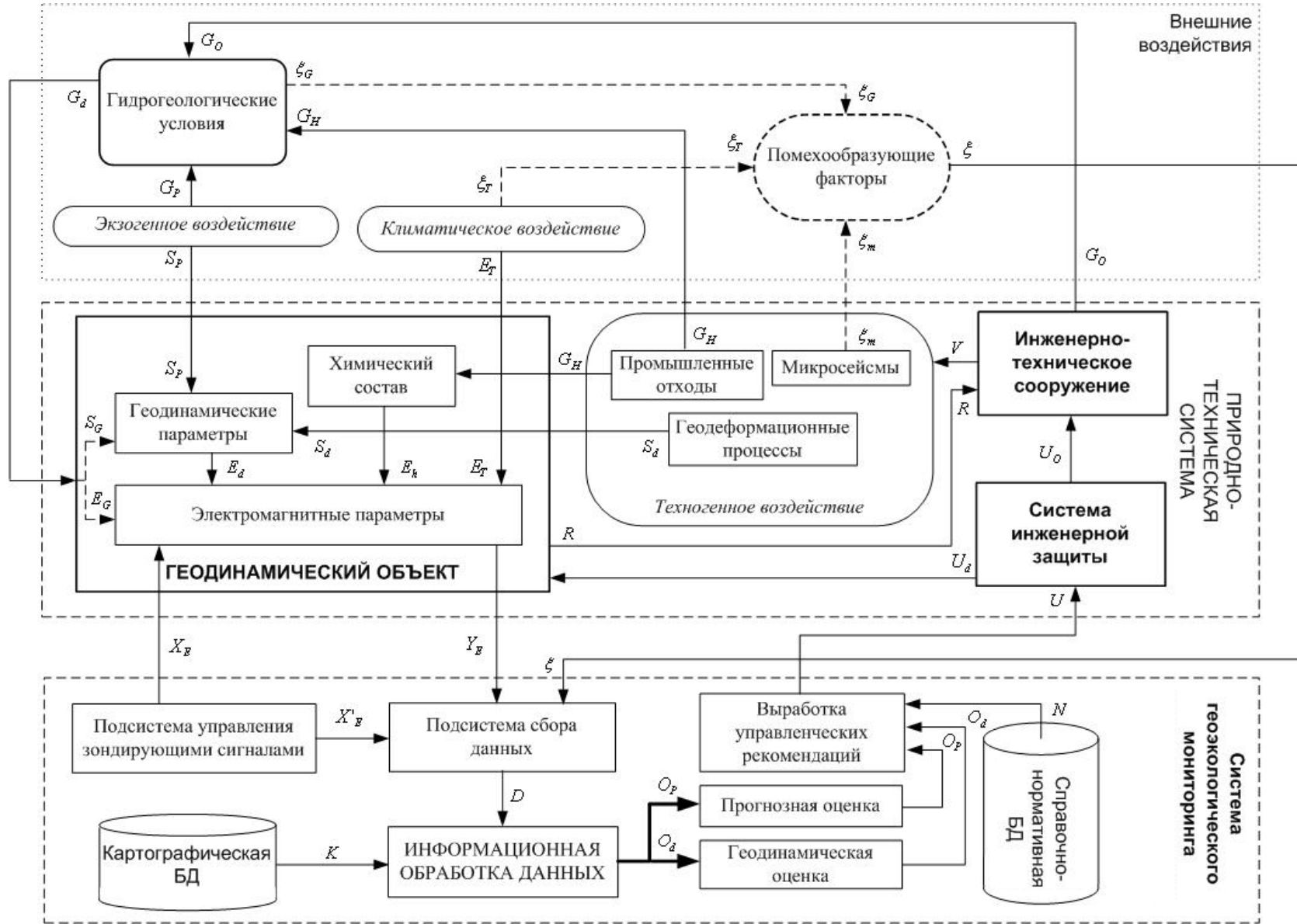


Рис. 2. Обобщённая структура организации геоэкологического мониторинга

Электромагнитные параметры среды определяются как $f_E: E_d \times E_G \times E_H \rightarrow E$. Геодинамический объект оказывает влияние R на инженерно-техническое сооружение, которое определяется описанными выше составляющими $f_R: S \times H \times E \rightarrow R$.

Система геоэкологического мониторинга, построенная на базе методов геоэлектрического контроля, посредством подсистемы управления зондирующими сигналами оказывает воздействие X_E на электромагнитные параметры E геологической среды [7].

Подсистема сбора данных считывает отклик Y_E параметров E геологической среды, а также помехообразующие факторы $\xi = \{\xi_G, \xi_T, \xi_m\}$ и передаёт на обработку $D = \{Y_E, X'_E, \xi\}$, где $f_Y: X_E \times E \rightarrow Y_E$. После обработки поступающей информации, с учётом картографических данных K , формируется геодинамическая оценка контролируемой зоны O_d и прогнозная оценка геодинамики среды O_p . [2].

Далее, на основе O и справочно-нормативных данных N , в случае обнаружения потенциальной опасности, разрабатываются управленческие рекомендации U для сотрудников системы инженерной защиты с целью принятия своевременных решений, препятствующих возникновению аварийной либо катастрофической ситуации. Управляющие воздействия оказываются как на геодинамический объект U_d , (укрепление грунта, например), так и на инженерно-техническое сооружение U_a (вплоть до эвакуации людей и приостановке деятельности предприятия).

Таким образом, на базе разработанной обобщённой структуры организации геоэкологического мониторинга можно судить о существующих помехообразующих факторах, оказывающих влияние на систему. Предложенная организационная структура позволяет построить эффективную систему геоэкологического мониторинга на базе современных решений в области контроля природно-технических систем и обработки информации.

Литература

1. *Экологическая гидрогеология: учебник для вузов* / Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. 397 с.
2. *Гитис В.Г., Ермаков Б.В.* Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 256 с.
3. *Измалков В.И., Измалков А.В.* Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. С.-Пб.: НИЦЭБ РАН, 1998. 482 с.
4. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. М. Гидрометеиздат, 1985. 560 с.
5. *Королев В.А.* Мониторинг геологической среды. М.: Изд-во МГУ, 1995. 272 с.
6. *Кузичкин О.Р., Орехов А.А.* Оценка взаимного влияния при анализе сейсмоэлектрических сигналов // Современные проблемы радиоэлектроники: сборник научных трудов, Вып. 1. Ростов-на-Дону: РАС ЮРГУЭС, 2007. 448 с.
7. *Кузичкин О.Р., Орехов А.А.* Проектирование измерительного тракта системы геоэлектрического контроля // Проектирование и технология электронных средств. 2011. № 1. С. 25-30.