

**А.А. ОРЕХОВ,
Н.В. ДОРОФЕЕВ**
**Разработка архитектуры
программного обеспечения для
системы автоматизированного
мониторинга водных объектов**

УДК 004.4

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»
г. Муром

В данной статье построена архитектура, разработан обобщённый алгоритм работы и разработано программное обеспечение для системы автоматизированного экологического мониторинга водных объектов, которая функционирует на базе методов геоэлектрического контроля. Описанные в данной статье положения могут быть использованы для построения программных комплексов систем автоматизированного экологического мониторинга других объектов окружающей среды.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-97564-р_центр_а».

В настоящее время в связи с развитием и повсеместным внедрением цифровой вычислительной электронной техники широкое применение находят автоматизированные мониторинговые системы экологического состояния окружающей среды. Подобные системы привлекательны тем, что могут функционировать без непосредственного участия человека в круглосуточном режиме [3].

Рассматриваемая в данной статье система экологического мониторинга водных объектов, построенная на базе геоэлектрических методов контроля, относится к автоматизированным системам и способна функционировать в долговременном круглосуточном режиме без непосредственного участия человека [8].

Однако, информационное и алгоритмическое обеспечение подобных систем в настоящее время является недостаточно прорабо-

таным вследствие многокомпонентности и общей сложности построения [4].

Целью данной работы является построение архитектуры, разработка обобщённого алгоритма работы и разработка программного обеспечения для систем автоматизированного экологического мониторинга водных объектов, построенных на базе методов геоэлектрического контроля.

В настоящее время экологический мониторинг поверхностных и подземных вод проводится путём механического отбора проб для дальнейшего анализа их в лабораторных условиях. Этот мониторинг носит плановый характер и производится достаточно редко (один раз в несколько месяцев). Между тем, промышленные предприятия, а так же другие хозяйственные объекты, могут производить сбросы химически активных веществ в природные либо искусственные водоёмы гораздо чаще сроков плановых проверок. Вследствие этого, построение автоматизированной системы круглосуточного экологического мониторинга водных объектов является актуальной задачей на данный момент.

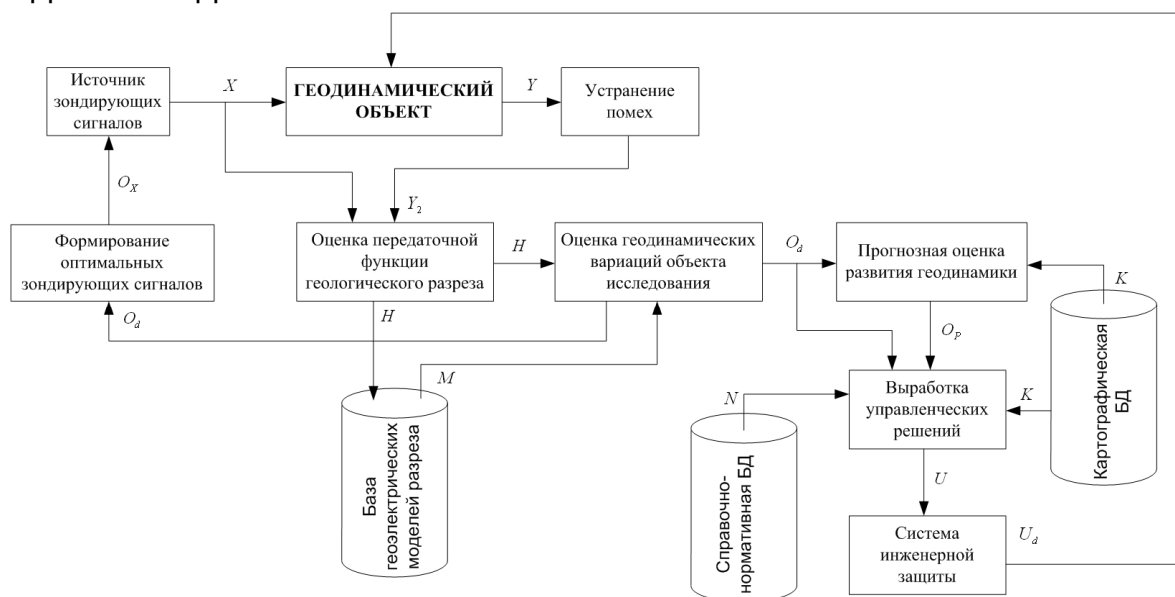


Рис. 1. Структура регистрации электромагнитного сигнала при адаптивной фильтрации

Наиболее близкой по реализации системы автоматизированного экологического мониторинга водных объектов на базе геоэлектрических методов контроля являются системы геодинимического контроля, построенные на базе многополюсной электролокационной

установки. Архитектура программного обеспечения этих систем подробно описана в [2,4]. На рисунке 1 представлены основные её составляющие.

Определённый модуль программного обеспечения формирует оптимальные зондирующие сигналы, которые воздействуют на контролируемый геодинамический объект. Другой модуль – устраняет помехи после регистрации отклика объекта на зондирующий сигнал. Затем, в специальных модулях производится оценка передаточной функции геоэлектрического разреза и оценка геодинамических вариаций объекта исследования, на основе которой формируется прогнозная оценка и выработка управленческих решений. Кроме того, программное обеспечение включает в себя базу геоэлектрических моделей разрезов, справочно-нормативную и картографическую базы данных. Представленная архитектура может служить основой для построения архитектуры программного обеспечения рассматриваемой системы мониторинга водных объектов.

Разрабатываемое программное обеспечение системы экологического геоэлектрического мониторинга водных объектов предполагает круглосуточную автоматизированную циклическую работу. Специалист проводит настройку и запуск системы, а затем дежурный оператор периодически проверяет правильность работы системы. Постоянное нахождение человека у рабочего места дежурного оператора не обязательно.

На рисунке 2 представлен общий алгоритм функционирования управляющей программы.

После запуска программы, специально обученный человек должен задать настройки функционирования системы экологического геоэлектрического мониторинга водных объектов. После проведения инициализации всех устройств, подключённых к системе, и инициализации цифровой связи оператор проверяет работоспособность этих устройств и связи. Если все устройства работоспособны – оператор запускает систему на долговременную автоматизированную работу и на этом подготовительная часть заканчивается.

На время установки t_G запускается генератор и излучающие электроды. После достижения установившегося режима переходных процессов в режим приёма данных включаются регистрирующие

устройства: бесконтактные трансформаторные датчики, скважинный уровнемер, грунтовый измеритель градиента температур, а также измеритель загоняемого в контролируемый объект тока, находящийся в блоке управления [9].

По истечении заданного времени зондирования t_p , производится остановка работы генератора и регистрирующих устройств.

Следующее повторение этого участка алгоритма происходит через заранее заданный промежуток времени T_p . Т.е. в этой точке алгоритм зацикливается. Однако, параллельно ожиданию следующего зондирования производится анализ зарегистрированных данных.

Производится формирование массива принятых с регистрирующих устройств данных. Затем проводится коррекция результатов измерений с учётом температурного и гидрологического факторов, интерпретация результатов геоэлектрического зондирования с применением выбранной модели [6,7] и оценка минерализации раствора в контролируемом объекте с применением регрессионных алгоритмов анализа данных [5].

Затем проводится сравнение полученной минерализации и заданного уровня. При превышении заданного уровня – необходимо каким-либо образом сигнализировать об этом дежурному оператору. Параллельно этому производится складирование полученной информации на жёсткий диск и графическая визуализация полученных данных на мониторе блока управления [9].

Циклическая автоматизированная работа системы будет производиться до тех пор, пока оператор не остановит работу управляющей программы.

В соответствии с представленным алгоритмом построена архитектура разрабатываемого программного обеспечения системы экологического геоэлектрического мониторинга водных объектов (рисунок 3) [1].

Архитектура включает в себя восемь независимых программных модулей и пользовательский интерфейс.

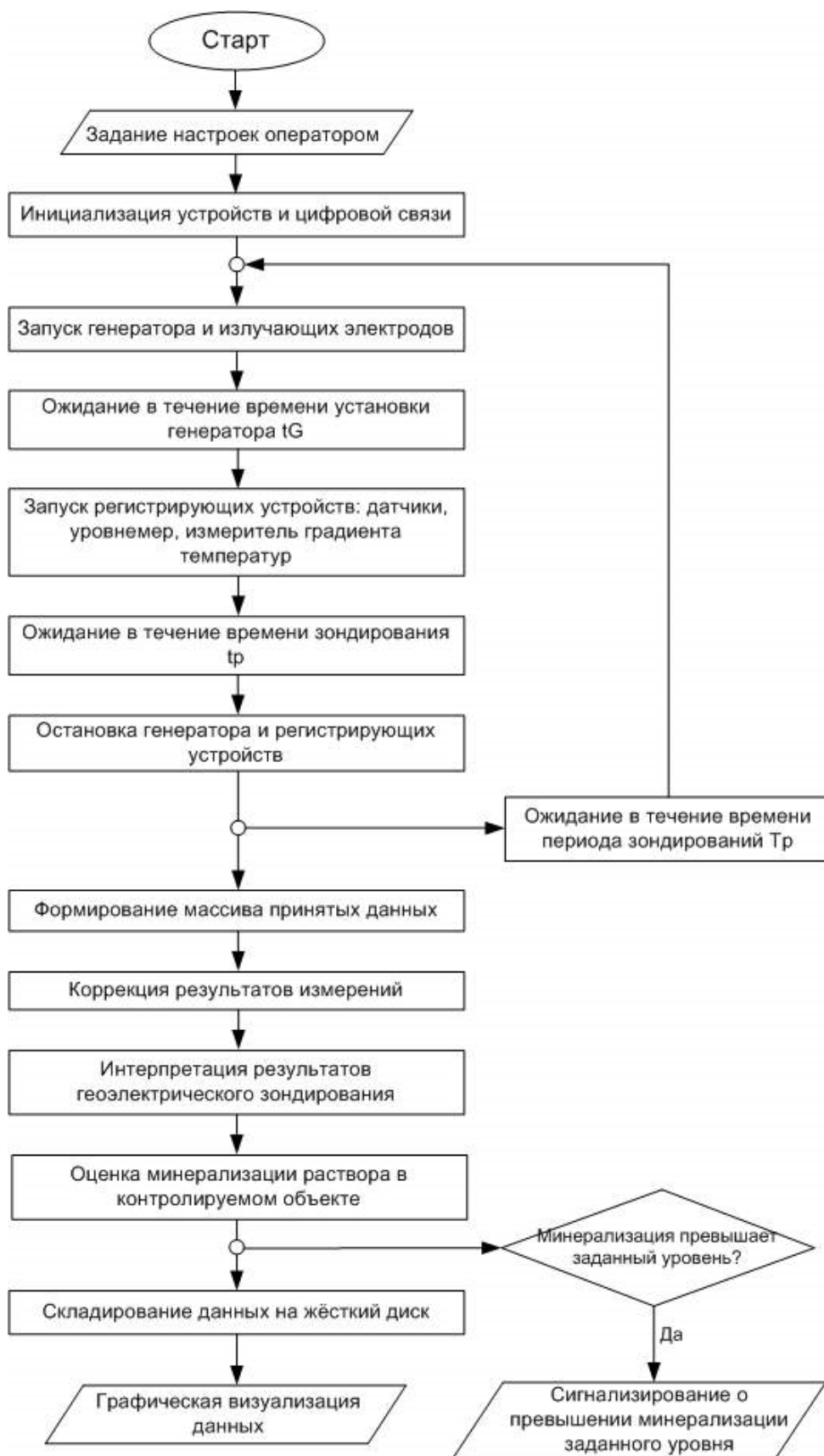


Рис. 2. Общий алгоритм функционирования управляющей программы

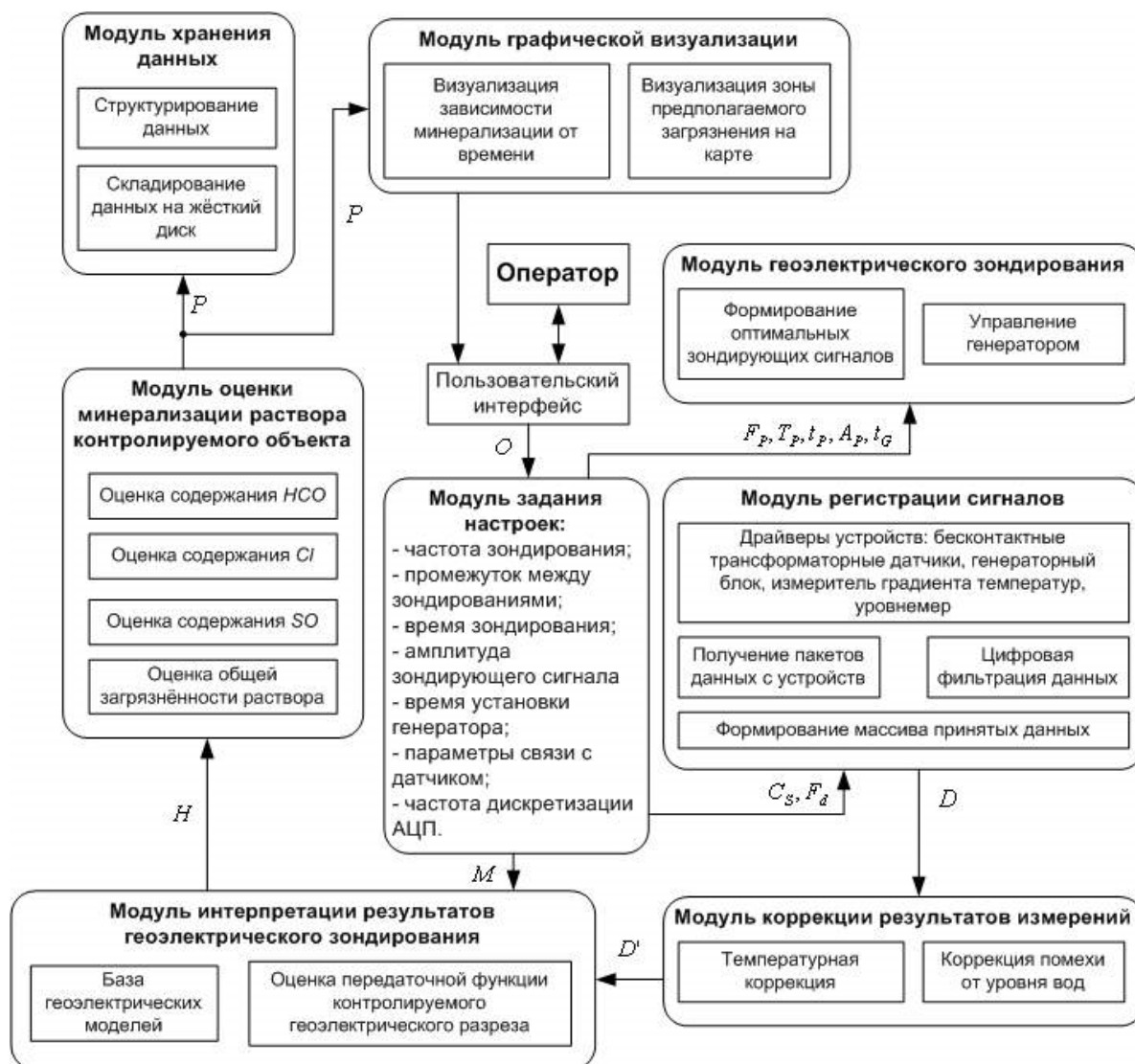


Рис. 3. Архитектура программного обеспечения системы

Оператор, посредством пользовательского интерфейса, задаёт ряд настроек $O = \{F_P, T_P, t_P, A_P, t_G, C_S, F_d, M\}$, где F_P – частота, на которой проводится геоэлектрическое зондирование; T_P – период между зондированиями; t_P – время проведения зондирования; A_P – амплитуда зондирования; t_G – время установки генератора; C_S – набор настроек связи; F_d – частота дискретизации АЦП; M – выбранная для интерпретации геоэлектрическая модель.

Настройки, касающиеся геоэлектрического зондирования $\{F_P, T_P, t_P, A_P, t_G\}$ поступают в соответствующий программный модуль и применяются для формирования зондирующего сигнала и управле-

ния работой генератора. Настройки $\{C_s, F_d\}$ поступают в модуль регистрации сигналов, обеспечивающий работу с драйверами устройств, получение пакетов данных, первичную обработку (цифровую фильтрацию) и формирование массива принятых данных $D = \{t_s, D_i, I_j, T_k, L\}$, где t_s – время начала зондирования; D_i – набор данных с i -го бесконтактного трансформаторного датчика; I_j – заго-няемый j -м излучающим электродом ток; T_k – данные о температуре на глубине k -го датчика температуры; L – уровень воды.

После коррекции результатов в соответствующем модуле массив скорректированных данных $D' = \{t_s, D'_i\}$ вместе с указанием на выбранную геоэлектрическую модель M поступает в модуль интерпретации результатов геоэлектрического зондирования, где производится оценка передаточных функций контролируемых разрезов $H = \{t_s, H_i\}$. Далее в модуле оценки минерализации раствора вычисляется $P = \{t_s, P_{HCO}, P_{Cl}, P_{SO}, P\}$ – содержание HCO , Cl и SO .

После этого, полученные данные поступают в модуль хранения данных для складирования на жёсткий диск и в модуль графической визуализации для вывода на монитор дежурного оператора блока управления.

На рисунках 4, 5 приведены снимки окон пользовательского интерфейса для разработанного на базе приведённой архитектуры программного обеспечения для системы автоматизированного экологического мониторинга водных объектов на базе методов геоэлектрического контроля.

Таким образом, в данной статье построена архитектура, разработан обобщённый алгоритм работы и разработано программное обеспечение для системы автоматизированного экологического мониторинга водных объектов, построенных на базе методов геоэлектрического контроля. Описанные в данной статье положения могут быть использованы для построения программных комплексов систем автоматизированного экологического мониторинга и других объектов окружающей среды.

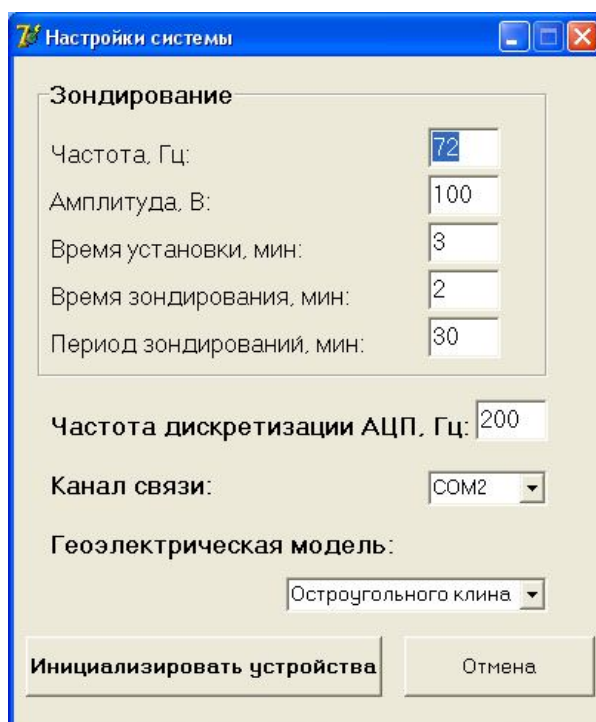


Рис. 4. Окно задания настроек

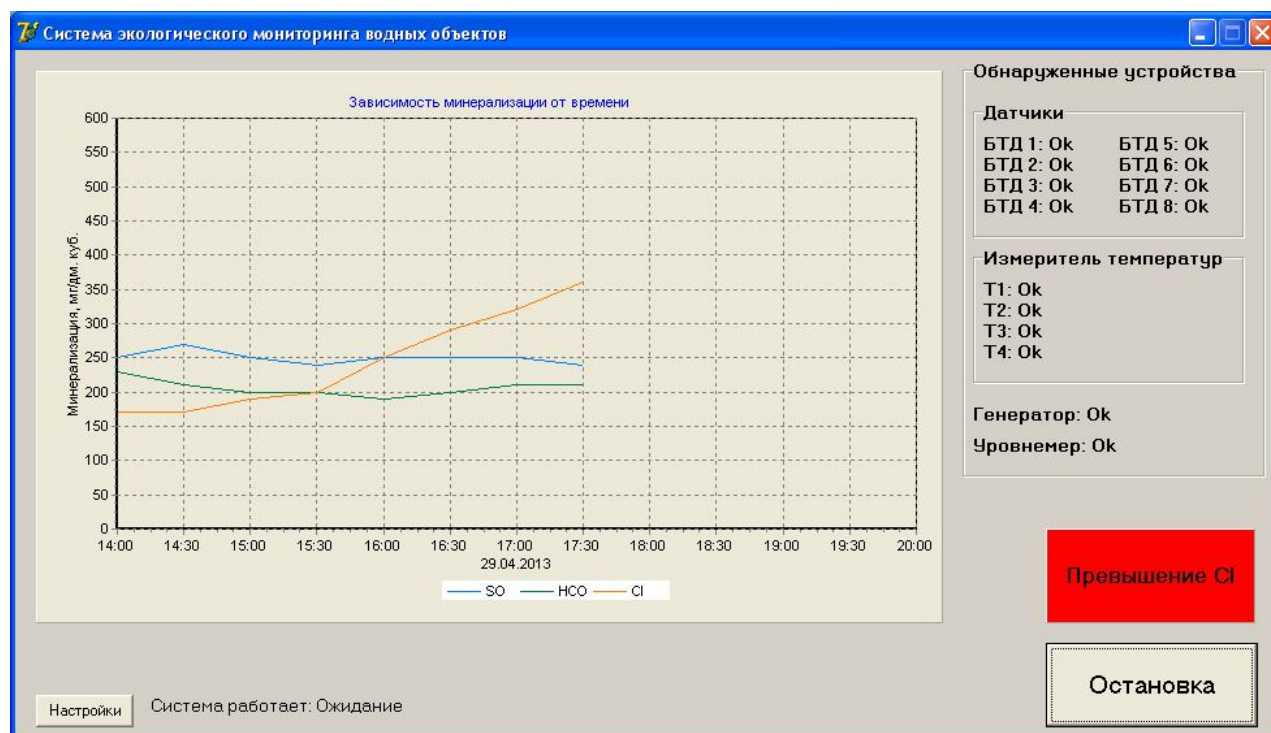


Рис. 5. Главное окно программы в процессе функционирования системы

Литература

1. Басс Л., Клементс П. Архитектура программного обеспечения на практике. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.

2. *Дорофеев Н.В., Орехов А.А.* Обмен информацией в системе геодинамического контроля // Технологии техносферной безопасности, 2012, №4 (44), С. 1-3.

3. *Королев В.А.* Мониторинг геологической среды. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.

4. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Организационная структура геоэкологического мониторинга геодинамических объектов // Технологии техносферной безопасности, 2012, №4 (44), С. 4-8.

5. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Выявление функциональных зависимостей уровня электропроводности природных вод от уровня загрязнённости // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №3 (13), 2012 – С. 23-26.

6. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Геоэлектрическое моделирование подземных водных объектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №4 (14), 2012 – С. 16-19.

7. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Исследование влияния режима подземных вод на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных Вып. 3 (21). – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012 – С. 47-53.

8. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Система для экологического мониторинга водных объектов на базе метода геоэлектрического контроля. // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, №2, 2012 – С. 36-38.

9. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Структура обработки информации в системах электромагнитного геоэкологического мониторинга геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. Вып. 2 (20). – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012 – С. 69-76.