

## **Возможности использования информационных технологий в создании модели системы мониторинга**

**М. Б. Жумадилова**

*(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Республика Казахстан),*

**Ж. Б. Жумадилова**

*(Казахский гуманитарный юридический университет, г. Астана, Республика Казахстан)*

*В статье рассматриваются возможности применения информационных технологий в проектировании систем экологического мониторинга Каспийского моря. Необходимость создания систем мониторинга обусловлена участившимися случаями экологиче-*

ских бедствий на побережье Каспийского моря. Вероятной причиной их возникновения является осуществление нефтедобычи предприятиями разных стран. Наиболее подходящими системами для оперативного наблюдения за уровнем загрязненности воды являются современные информационные технологии. Они позволяют не только учитывать случаи экологических бедствий, но и осуществлять прогнозирование. Применение распределенных баз данных, организуемых для сбора информации, позволит с достаточной точностью выявить очаги загрязнения, выполнять мониторинг текущей ситуации и вырабатывать адекватное управляющее воздействие для оперативного реагирования.

В Казахстане принят ряд законодательных актов. Они имеют целью создание информационных систем с возможностью интеграции данных в сводный банк данных результатов государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов. Встраивание в эти системы математических моделей позволяет решать ряд задач анализа информации, например прогнозирование, анализ за определенные периоды времени, оперативный мониторинг в любое время. А приложение подсистемы экологической экспертизы позволит оценить степень воздействия на окружающую среду вредных факторов. На основании результатов математического моделирования технологического процесса промышленных объектов появляется возможность управления источниками загрязнений. Моделирование текущей ситуации позволяет с достаточной точностью обнаружить очаги загрязнения, сформировать быстрое реагирование и автоматизировать слаженную деятельность специалистов по экологическому мониторингу разных стран.

Актуальной задачей является системный подход к вопросу экологического мониторинга, который предусматривает контроль состояния окружающей среды и здоровья населения со стороны государства, учет получаемых данных, прогнозирование и возможность активного воздействия на ситуацию, а также возможность обмена информацией между различными уровнями и банками данных систем и подсистем Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

Ключевые слова: информационные технологии, системы мониторинга, экологический мониторинг, Каспийское море, базы данных, прогнозирование, ухудшение экосистемы, биосистема, экосистема Каспия.

**П**од экологическим мониторингом понимается организованный мониторинг окружающей природной среды, при котором (1) обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т. д.), а также оценка состояния и функциональной ценности экосистем, (2) создаются условия для определения корректирующих воздействий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются (Хачатуров, 2002).

Алгоритмом мониторинга согласно возложенным на него функциям являются следующие шаги: 1) конкретизация объекта наблюдения; 2) исследование объекта наблюдения; 3) определение составных частей информационной модели объекта наблюдения; 4) составление плана проведения измерений; 5) определение состояния объекта наблюдения, его оценка и определение степени адекватности его составленной информационной модели; 6) прогноз трансформаций состояния объекта наблюдения через промежутки времени; 7) удобный интерфейс для получения информации и возможность доведения ее до пользователя.

Целью государственной политики в области экологической безопасности согласно Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004–2015 гг. является «обеспечение защищенности природных систем, жизненно важных интере-

сов общества и прав личности от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду» (Концепция экологической безопасности ... , 2003: 5).

В Экологическом кодексе Республики Казахстан предусмотрено создание Единой информационной системы Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов (ст. 139). «Информационное обеспечение Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов основывается на передаваемых в сводный банк данных результатов государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, выполняемого специально уполномоченными государственными органами, а также производственного мониторинга, осуществляемого природопользователями в рамках производственного экологического контроля» (Экологический кодекс ... , 2007: 38).

Системный подход к решению проблемы экологического мониторинга предусматривает симбиоз юридической, информационной основы и компьютерных технологий, последние из которых предусматривают сбор, систематизацию и анализ информации (Хотулева и др., 2000). Сбор информации должен осуществляться по следующим изучаемым параметрам: 1) текущее состояние исследуемого объекта; 2) причины имеющихся и допустимых изменений состояния объекта — источники и факторы антропогенного воздействия; 3) предельно допустимые изменения и возможные вариации нагрузок на объект; 4) анализ допустимых резервов системы.

Необходимость разработки единой информационной системы экологического мониторинга Каспийского моря обусловлена присутствием фактов экологических бедствий. Каспийское море — бессточное, здесь активно осуществляется как добыча, так и транспортировка нефти, в связи с чем возникают ситуации разлива нефти, проникновения остатков нефтепродуктов в воды Каспийского моря. Обстоятельствами, порождающими опасения, являются участвовавшие случаи массового выброса и мора тюленей на побережье Каспия. Для сравнения: за весь период второй половины прошлого столетия официально было зафиксировано восемь случаев массовой гибели тюленей и только в первом десятилетии этого века — уже пять. Первый случай — в 2000 г., погибло около 30 тыс. каспийских тюленей, причем только на побережье Казахстана было найдено более 10 тыс. туш. Второй случай — весной 2006 г., во время массового мора погибли 337 тюленей, а также более 2 тыс. осетровых. Третий случай — в 2007 г., с конца марта мертвых тюленей находили на побережье между месторождениями Каламкас и Каражанбас, в районе водозащитной дамбы Каламкас. Четвертый случай произошел 10 мая 2011 г. в поселке Баутино Тупкараганского района. Пятый случай — 25 марта 2012 г., когда во время инспектирования береговой полосы моря от мыса Урдюк до местности Баутинская коса были обнаружены мертвые особи тюленей в количестве 35 штук.

В целом экосистема Каспия оценивается как предкризисная и может ухудшиться в результате крупномасштабного вторжения в природную среду из-за планируемого освоения мелководий северо-восточной части для добычи нефти. В связи с участвовавшими случаями экологических бедствий разработана Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004–2015 годы. «Целью государственной политики в области экологической безопасности является обеспечение защищенности природных систем, жизненно важных интересов общества и прав личности от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздей-

ствий на окружающую среду» (Концепция экологической безопасности ... , 2003: 6). Также одной из приоритетных задач признано «предупреждение загрязнения шельфа Каспийского моря; предупреждение истощения и загрязнения водных ресурсов» (там же). «Экологически безопасное развитие государства базируется на следующих принципах: обязательность оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду с последующими экологической и санитарно-эпидемиологической экспертизами» (там же).

В Каспийском море осуществляют добычу не только казахстанские, но и российские компании, для которых организация эффективного экологического мониторинга производственной деятельности предприятий на морском шельфе становится все более актуальной из-за расширения добычи и транспортировки углеводородного сырья, что в аварийных ситуациях может приводить к негативным последствиям для прибрежных территорий. И необходимость создания систем мониторинга отражена в Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной Указом Президента РФ № ПР-1387 от 27 июля 2001 г.

В последние годы экологическому мониторингу морских акваторий уделяется гораздо большее внимание. В частности, Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук выполнил работы в рамках проекта Минобрнауки РФ (РП-22.1/001) «Создание системы многоуровневого регионально-адаптированного экологического и геодинамического мониторинга морей Российской Федерации, в первую очередь шельфа и континентального склона». В результате была разработана система информационного обеспечения промышленной и экологической безопасности объектов обустройства месторождения нефти и газа на морском шельфе. Одна из ведущих нефтяных компаний ОАО «ЛУКОЙЛ» создала специальные программы производственного экологического мониторинга для разработки месторождений на Каспийском море.

Рамочной конвенцией по защите окружающей морской среды Каспийского моря и региональной стратегией приоритетных действий определяются основные направления по использованию ресурсов Каспийского моря и общему взаимодействию между прикаспийскими странами в отношении предстоящих мероприятий по охране экосистемы Каспия. «Результатом исследований должна быть разработка четких нормативных экологических требований, обеспечивающих экологически безопасную хозяйственную деятельность на море, включающих зонирование Каспийской заповедной зоны» (там же, 2003: 13).

Информационное обеспечение Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, как установлено концепцией, основывается на передаваемых в сводный банк данных результатов государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, выполняемого специально уполномоченными государственными органами, а также производственного мониторинга, осуществляемого природопользователями в рамках производственного экологического контроля. В целях создания единой информационной службы экологического мониторинга процесс отслеживания экологической информации необходимо автоматизировать. Структурирование информации позволит оптимизировать процесс автоматизации. В связи с этим процесс экологического мониторинга окружающей среды разбивается на несколько этапов.

При перемещении экологической информации по иерархическим уровням — от локального уровня к более глобальному масштаб картоосновы, на которую эта ин-

формация наносится, увеличивается. Соответственно меняется разрешающая способность информационных портретов экологической обстановки. На региональном уровне близко расположенные источники воздействия представляют собой один групповой источник. В результате этого на региональном информационном портрете небольшой город с несколькими десятками эмиссий выглядит как один локальный источник, параметры которого определяются по данным мониторинга источников. При переходе от одного иерархического уровня к другому обобщается не только информация об источниках эмиссии, но и другие данные, характеризующие экологическую обстановку (Экологический кодекс ... , 2007).

При разработке проекта экологического мониторинга необходима следующая информация: 1) источники поступления загрязняющих веществ в окружающую природную среду; 2) переносы загрязняющих веществ; 3) процессы ландшафтно-геохимического перераспределения загрязняющих веществ; 4) данные о состоянии антропогенных источников эмиссии. В зоне влияния источников эмиссии организуется систематическое наблюдение за следующими объектами и параметрами окружающей природной среды.

Суть проектирования системы мониторинга заключается в создании функциональной модели их работы или в планировании всей технологической цепочки получения информации, от постановки задач до выдачи информации потребителю для принятия решений. Так как все этапы получения информации взаимосвязаны, недостаточное внимание к разработке какого-либо этапа неизбежно приведет к резкому снижению ценности всей получаемой информации.

На основании анализа построения национальных систем сформулированы основные требования к проектированию таких систем. Эти требования должны предусматривать следующие пять основных этапов:

1) определение задач систем мониторинга и требований к информации, необходимой для их выполнения;

2) создание организационной структуры сети наблюдений и разработка принципов их проведения;

3) построение сети мониторинга;

4) разработка системы получения данных/ информации и предоставления информации потребителям;

5) создание системы проверки полученной информации на соответствие исходным требованиям и пересмотра при необходимости системы мониторинга. «Система программных средств должна позволять осуществлять накопление, обработку и хранение информации на единой методической основе, обеспечивая обмен информацией между различными уровнями, а также банками данных систем и подсистем Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов» (Концепция экологической безопасности ... , 2003: 28). Необходимо предусмотреть, что будет производиться обмен информацией в рамках Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

Вся информация для большего удобства использования и лучшей организации поиска информации является структурированной. Лучше всего этому требованию удовлетворяет база данных (Национальный план действий ... , 1998). При этом к базе данных предъявляются следующие требования:

1. Система должна быть полностью интегрирована с другими действующими информационными системами.

2. Все системы должны использовать единый банк данных атрибутивной и картографической информации.

3. Состав и гриф конфиденциальности информации, размещаемой во вновь разрабатываемых структурах баз данных, должны быть определены администратором.

На основании задач экологического мониторинга модель базы данных позволяет хранить данные экологического мониторинга в различных разрезах: (1) по экологическим величинам; (2) по объектам экологического мониторинга; (3) по организации — источнику данных (Система экологического контроля ... , 1992). К справочной информации относятся: картографическая информация; метеорологическая и гидрологическая информация; информация об объекте; обобщенные данные об экологической обстановке в зоне наблюдения и регионе; планы мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии на объекте; модели расчета распространения загрязнителя в случае аварии на объекте; проектные данные об авариях на объекте, данные об их последствиях; нормативно-правовая документация по вопросам охраны окружающей среды; справочная информация терминов и определений. На карту-схему города наносится регулярная сетка с шагом 0,1; 0,5 или 1,0 км. На местности по специально разработанной программе случайного отбора проб отбираются и анализируются пробы в точках, совпадающих с узлами сетки, наложенной на карту-схему. Для получения статистически достоверных средних значений измеренных концентраций проводится анализ комбинаций точек на сетке, объединенных в квадраты, например, площадью 2–4 км<sup>2</sup>, с учетом направлений ветра по направлениям. Такой метод позволяет выявить как границы промышленных комплексов и узлов, так и зоны их влияния. При этом обеспечивается возможность сравнения полученных результатов с расчетными данными математических моделей. Использование методов моделирования в этих работах является обязательным (Голованов и др., 2001).

Важными методами контроля так называемого трансграничного переноса глобальных потоков примесей, переносимых на большие расстояния от места выброса, является система наземных и самолетных станций, сопряженных с математическими моделями распространения примесей. Сеть станций трансграничного переноса оборудуется системами отбора газа и аэрозолей, сбора сухих и мокрых выпадений анализа содержания примесей в отобранных пробах. Информация поступает в метеорологические синтезирующие центры, которые осуществляют сбор, анализ и хранение информации о трансграничном переносе примесей в атмосфере; прогнозирование переноса примесей на основе метеорологических данных; идентификацию районов выбросов и источников; регистрацию и расчет выпадений примесей из атмосферного воздуха на подстилающую поверхность и другие работы.

В целях сопоставимости результатов наблюдений, полученных в разных географических и временных условиях, используются единые унифицированные методы отбора и анализа проб, обработки и передачи информации (см.: там же; Spellerberg, 2005; Zuur, Ieno, Smith, 2007).

Информация, получаемая на сети наблюдений, по степени срочности подразделяется на три категории: экстренная, оперативная и режимная. Экстренная информация содержит сведения о резких изменениях уровней загрязнения атмосферного воздуха и передается в соответствующие (контролирующие, хозяйственные) организации незамедлительно. Оперативная информация содержит обобщенные результаты наблюдений за месяц, а режимная — за год. Информация по последним двум ка-

тегориям передается заинтересованным и контролирующим организациям в сроки их накопления: ежемесячно и ежегодно. Режимная информация, содержащая данные о среднем и наибольшем уровнях загрязнения воздуха за длительный период, используется при планировании мероприятий по охране атмосферы, установлении нормативов выбросов, оценках ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением атмосферного воздуха (Kabirian, Hemmati, 2007; Seiffert, 2008).

Стационарный пост наблюдений — специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе. Место для установки стационарного поста выбирается с учетом метеорологических условий формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха (Seiffert, 2008; Balzarova, Castka, 2008).

При этом заранее определяется круг задач: оценка средней месячной, сезонной, годовой и максимальной разовой концентраций, вероятности возникновения концентраций, превышающих предельно допустимые концентрации (Balzarova, Castka, 2008; Zeilhofer, Topanotti, 2008).

Для реализации возможности целостного, системного подхода комплексного решения проблем экологического мониторинга необходимо использование геоинформационных систем (ГИС), которые являются основой системы мониторинга (Zeilhofer, Topanotti, 2008).

Задачами, решаемыми системой, являются:

— осуществление мониторинга за поступлением загрязнителей в окружающую среду;

— централизованная передача данных ведомственной системе мониторинга;

— сбор, анализ и систематизация информации других ведомств, осуществляющих мониторинг за уровнями поступления загрязняющих веществ и показателей состояния окружающей среды и здоровья человека в зонах наблюдения и регионах расположения предприятий области в ретроспективе с учетом происшедших аварий и других чрезвычайных ситуаций;

— учет и контроль территорий, загрязненных в результате функционирования предприятий области, работ по их дезактивации и реабилитации;

— создание объективной картины по уровням экологического воздействия предприятий отрасли на окружающую среду и здоровье населения, включая комплексную оценку рисков, связанных с их функционированием;

— обеспечение информационно-аналитической поддержки руководства и предприятий, в том числе в случае чрезвычайной ситуации с экологическими последствиями;

— автоматизацию деятельности специалистов по экологическому мониторингу разных стран.

В заключение можно сказать, что реализация системного подхода к вопросу экологического мониторинга предусматривает контроль состояния окружающей среды и здоровья населения и возможность активного воздействия на ситуацию. Применение управляющего воздействия системы, подсистемы экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду реализует возможность управления источниками загрязнения на основании результатов математического моделирования технологического процесса промышленных объектов или регионов. Моделирование текущей ситуации позволяет с достаточной точностью выявить очаги загряз-

нения и выработать оперативное адекватное управляющее воздействие на технологическом и экономическом уровнях, автоматизировать слаженную деятельность специалистов по экологическому мониторингу разных стран.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Голованов, Н. В., Князев, А. А., Пугин, А. М., Шайдаков, В. В. (2001) Передвижная станция оперативного экологического мониторинга // Проблемы прогнозирования, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций : Мат. II Всерос. науч.-практ. конференции. Уфа : Белая река. 386 с. С. 77–80.

Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004–2015 годы. № 1241 от 3 декабря 2003 г. (2003) Актау : Caspii print. 33 с.

Национальный план действий по охране окружающей среды для устойчивого развития Республики Казахстан. (1998) Астана : НПЦЗем НАН РК, 1998. 12 с.

Система экологического контроля окружающей среды Анком-АМ (1992) // Проблемы экологии Москвы. Сеть наземных измерений / под ред. Е. И. Пупурева. М. : Гидрометеиздат. 200 с. С. 23–56.

Хачатуров, Т. С. (2002) Экономика природопользования. М. : Высш. школа. 271 с.

Хотулева, М. В., Черп, О. М., Винниченко, В. Н. (2000) Как организовать общественную экологическую экспертизу : пособие для общественных организаций. 3-е изд. М. : Эколайн. 156 с.

Экологический кодекс Республики Казахстан № 212-III от 09.01.2007. (2007) Астана : НПЦЗем НАН РК. 46 с.

Balzarova, M. A., Castka, P. (2008) Underlying Mechanisms in the Maintenance of ISO 14001 Environmental Management System // Journal of Cleaner Production. Vol. 16. No. 18. P. 1949–1957.

Kabirian, A., Hemmati, M. R. (2007) A Strategic Planning Model for Natural Gas Transmission Networks // Energy Policy. Vol. 35. No. 11. P. 5656–5670.

Seiffert, M. (2008) Environmental Impact Evaluation Using a Cooperative Model for Implementing EMS (ISO 14001) in Small and Medium-sized Enterprises // Journal of Cleaner Production. Vol. 16. No. 14. P. 1447–1461.

Spellerberg, I. F. (2005) Monitoring Ecological Change. 2nd ed. Cambridge ; N. Y. : Cambridge University Press. xvii, 391 p.

Zeilhofer, P., Topanotti, V. P. (2008) GIS and Ordination Techniques for Evaluation of Environmental Impacts in Informal Settlements: A Case Study from Cuiabá, Central Brazil // Applied Geography. Vol. 28. No. 1. P. 1–15.

Zuur, A. F., Ieno, E. N., Smith, G. M. (2007) Analysing Ecological Data. N. Y. ; L. : Springer. xxvi, 672 p.

*Дата поступления: 10.12.2013 г.*

#### THE POSSIBILITIES OF USING INFORMATION TECHNOLOGY IN CREATING A MODEL SYSTEM FOR MONITORING

M. B. ZHUMADILOVA

(THE ESENOV CASPIAN STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND ENGINEERING,  
AKTAU, THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN),

ZH. B. ZHUMADILOVA

(KAZAKH HUMANITIES AND LAW INSTITUTE, ASTANA, THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)

The article reveals the possibilities of using information technology in the design of systems for the ecological monitoring of the Caspian Sea. The need to establish monitoring systems has been caused by the increasing incidence of environmental disasters at the Caspian Sea coast. They seem to result from the activity of oil producing companies from different countries. The most appropriate systems to effectively monitor the level of water pollution are to be found in modern information

technology. It will not only take into account cases of environmental disasters, but also will allow to carry out forecasting. The application of distributed databases being developed to collect information will make it possible to identify pollution hot-spots quite accurately, monitor the current situation and develop an adequate control action for a prompt response.

Kazakhstan has adopted a number of legislative acts. They are aimed at creating information systems with the ability to integrate the data into a consolidated database of the results obtained from the state's monitoring of the environment and natural resources. Embedding mathematical models into these systems allows to solve a number of problems of the analysis of information, such as forecasting, analysis for certain periods of time, operational monitoring at any time. The application of environmental assessment subsystem will permit to estimate the impact of harmful factors on the environment. By mathematical modeling of the technological process of industrial facilities, we can get the results enabling us to control sources of pollution. The modeling of current situation allows to quite accurately detect pollution foci, form a rapid response team and automate a coordinated activity of experts on environmental monitoring in different countries.

The systematic approach to environmental monitoring is an urgent task, which implies the state's control of the environment and public health, accounting data obtained, forecasting and opportunity to actively influence the situation and exchange information between different levels and data-banks of the systems and subsystems of the state's unified network of environment and natural resources monitoring.

Keywords: information technologies, monitoring systems, environmental monitoring, Caspian Sea, databases, forecasting, ecosystem deterioration, biosystem, ecosystem of the Caspian Sea.

#### REFERENCES

Golovanov, N. V., Kniazev, A. A., Pugin, A. M. and Shaidakov, V. V. (2001) *Peredvizhnaia stantsiia operativnogo ekologicheskogo monitoringa* [Mobile Station for Operating Environmental Monitoring]. In: *Problemy prognozirovaniia, predotvrashcheniia i likvidatsii posledstviu chrezvychainykh situatsii* [Problems of Forecasting, Prevention and Rectification of the Consequences of Emergency Situations]: The Proceedings of the 2nd All-Russian Research and Practice Conference. Ufa, Belaia reka Publ. 386 p. Pp. 77–80. (In Russ.).

*Kontseptsiiia ekologicheskoi bezopasnosti Respubliki Kazakhstan na 2004–2015 gody. № 1241 ot 3 dekabria 2003 g.* [The Conception of Ecological Safety of the Republic of Kazakhstan for 2004–2015, no. 1241, December 3, 2003]. (2003) Aktau, Caspii print. 33 p. (In Russ.).

*Natsional'nyi plan deistvii po okhrane okruzhaiushchei sredy dlia ustoichivogo razvitiia Respubliki Kazakhstan* [The National Plan of Action on Environmental Protection for a Sustainable Development of the Republic of Kazakhstan]. (1998) Astana, NPTsZem NAN RK Publ. 12 p. (In Russ.).

*Sistema ekologicheskogo kontroliia okruzhaiushchei sredy Ankom-AM* [The System of the Ecological Control of Environment Ankom-AM]. (1992) In: *Problemy ekologii Moskvy. Set' nazemnykh izmerenii* [The Problems of the Ecology of Moscow. A Ground-based Measurement Network]/ ed. by E. I. Pupurev. Moscow, Gidrometeoizdat Publ. 200 p. Pp. 23–56. (In Russ.).

Khachaturov, T. S. (2002) *Ekonomika prirodoopol'zovaniia* [Environmental Management Economy]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ. 271 p. (In Russ.).

Khotuleva, M. V., Cherp, O. M. and Vinnichenko, V. N. (2000) *Kak organizovat' obshchestvennuiu ekologicheskuiu ekspertizu* [How to Organize a Public Environmental Assessment]: guide for public organizations. 3rd ed. Moscow, Ekolain Publ. 156 p. (In Russ.).

*Ekologicheskii kodeks Respubliki Kazakhstan № 212-III ot 09.01.2007* [The Ecological Code of the Republic of Kazakhstan. No. 212-III, 09.01.2007]. (2007) Astana, NPTsZem NAN RK Publ. 46 p. (In Russ.).

Balzarova, M. A. and Castka, P. (2008) Underlying Mechanisms in the Maintenance of ISO 14001 Environmental Management System. *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 18, pp. 1949–1957.

Kabirian, A. and Hemmati, M. R. (2007) A Strategic Planning Model for Natural Gas Transmission Networks. *Energy Policy*, vol. 35, no. 11, pp. 5656–5670.

Seiffert, M. (2008) Environmental Impact Evaluation Using a Cooperative Model for Implementing EMS (ISO 14001) in Small and Medium-sized Enterprises. *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 14, pp. 1447–1461.

Spellerberg, I. F. (2005) *Monitoring Ecological Change*. 2nd ed. Cambridge ; New York : Cambridge University Press. xvii, 391 p.

Zeilhofer, P. and Toranotti, V. P. (2008) GIS and Ordination Techniques for Evaluation of Environmental Impacts in Informal Settlements: A Case Study from Cuiabá, Central Brazil. *Applied Geography*, vol. 28, no. 1, pp. 1–15.

Zuur, A. F., Ieno, E. N. and Smith, G. M. (2007) *Analysing Ecological Data*. New York ; London, Springer. xxvi, 672 p.

*Submission date: 10.12.2013.*

*Жумадилова Мереке Бапановна* — кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информатики и вычислительной техники Каспийского государственного университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова. Адрес: 130003, Республика Казахстан, Мангистауская область, г. Актау, 32 мкр., корп. В. Тел.: +7 (7292) 42-57-31. Эл. адрес: zhumadilova@inbox.ru

*Жумадилова Жаркын Бапановна* — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экономики Казахского гуманитарного юридического университета. Адрес: 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Коргалжын, д. 8. Тел.: +7 (7172) 70-30-39. Эл. адрес: zharkin\_02\_kz@mail.ru

*Zhumadilova Mereke Bapanovna*, Candidate of Science (engineering), associate professor of the Informatics and Computer engineering Department, the Esenov Caspian State University of Technologies and Engineering. Postal address: B. B, 32 microdistrict, Aktau, Mangystau Province, the Republic of Kazakhstan, 130003. Tel.: +7 (7172) 42-57-31. E-mail: zhumadilova@inbox.ru

*Zhumadilova Zharkyn Bapanovna*, Candidate of Science (physics and mathematics), associate professor of the Economics Department, Kazakh Humanities and Law Institute. Postal address: 8 Korgalzhyn St., Astana, the Republic of Kazakhstan, 010000. Tel.: +7 (7172) 70-30-39. E-mail: zharkin\_02\_kz@mail.ru