

## Теоретические основы построения региональных систем мониторинга

*Н.И. Стуженко, А.Г. Илиев, И.А. Стуженко,*

*Е.И. Костромина, А.И. Шеметов*

*Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье излагаются теоретические и практические основы формирования региональной системы мониторинга техносферной безопасности. Представлена авторская концепция системного подхода к решению важных научных и технических проблем. В частности, на основе обзора литературы и результатов собственных исследований установлено, что для целей осуществления и мониторинга состояния долгосрочного прогнозирования здоровья и безопасности логично применять структуру мониторинга с функцией обратной связи и встроенным блоком прогнозирования, построенным с использованием принципа синергии элементов.

**Ключевые слова:** территориальные системы мониторинга, комплексный анализ системы, синтез элементов, синергия, прогнозирование, динамика.

Основной целью проводимой в настоящее время модернизации экономики Российской Федерации является создание высокоэффективных предприятий, обеспечивающих производство продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынке. При этом руководством страны поставлена задача, чтобы производство товаров и услуг осуществлялось с использованием энергосберегающих и экологически чистых технологий.

Вместе с тем на современном этапе во многих промышленно развитых регионах наблюдаются повышенные уровни загрязнения природной среды [1-3] и высокий уровень техногенных аварий. Таким образом, одной из самых актуальных проблем является нейтрализация негативных экологических последствий деятельности предприятий, снижение загрязнения среды обитания до нормативных показателей [4-6]. Поэтому столь необходима оценка влияния техногенных процессов на природную среду и условия хозяйственной деятельности и жизни населения на территории региона, а также прогноз экологической обстановки на

---

перспективу как основа для принятия решений по охране окружающей среды.

Современная ситуация в сфере оценки и перспективного прогнозирования состояния техносферной безопасности характеризуется разнообразием применения методов, технологий и организационно-технических структур [7]. В зависимости от цели исследований применяются экспертные, формализованные и комбинированные методы, представленные на рис.1.

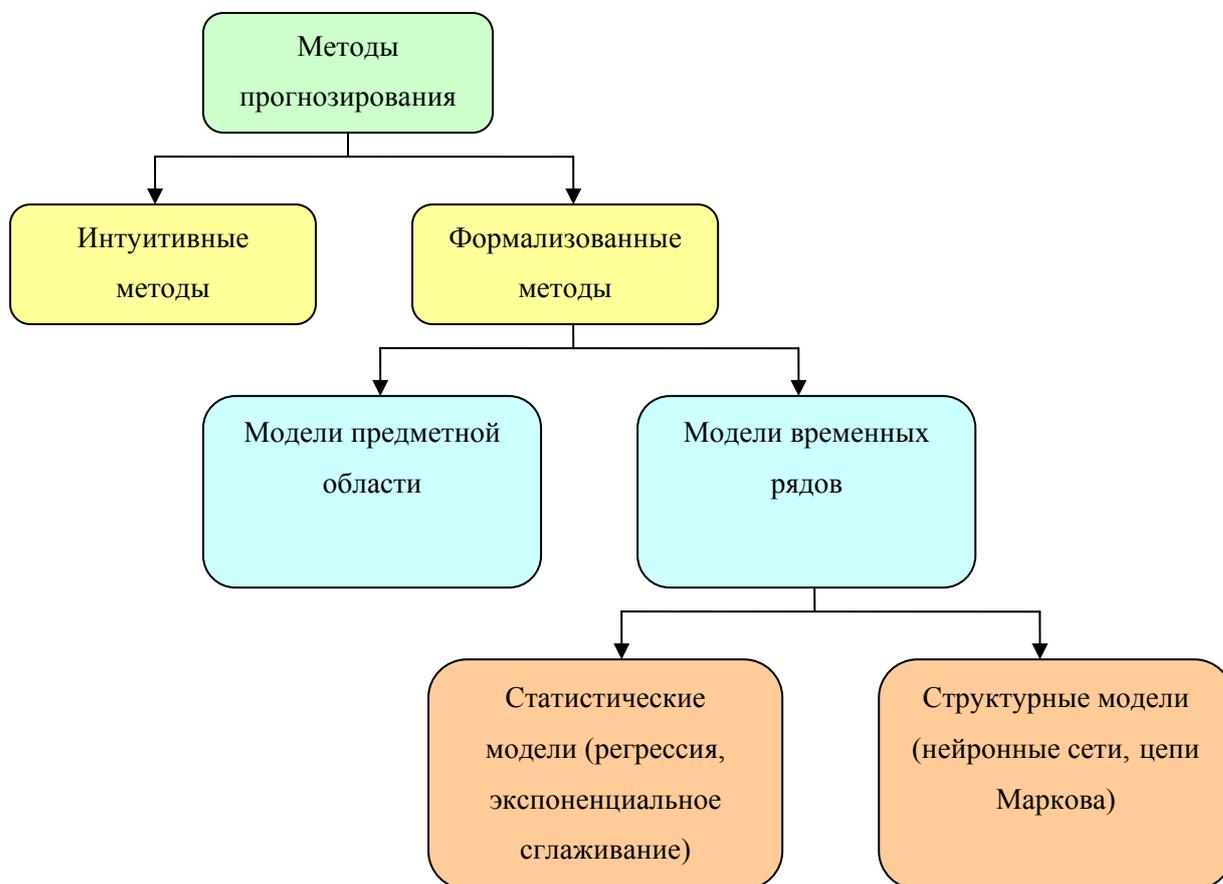


Рис. 1. – Классификация методов прогнозирования

В последнее десятилетие научно-технический прогресс в области информационно-компьютерных технологий послужил мощным импульсом для внедрения математических методов прогнозирования.

---

Серьезное внимание учеными и специалистами уделяется прогнозированию с использованием неразрушающих методов контроля состояния окружающей среды (далее МНК). Ценность МНК состоит в том, что методика инструментальных измерений обоснована фундаментальной зависимостью изменения характеристик физических полей от техногенных воздействий.

В современной науке существует специальное научное направление и сформированы научные школы (например, Шкуратника В.Л., Ямщикова В.С. и др.). В трудах ученых изложены методы, средства получения, обработки и интерпретации информации [8-10]. В контексте анализа важно отметить высокую надежность прогнозов и точность определения параметров, сформированных на основе исследований методами неразрушающего контроля.

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время наилучшими техническими возможностями для получения достоверной информации о состоянии техносферной безопасности обладают системы мониторинга, о чем свидетельствуют научные статьи и монографии [11-13].

Предлагается концепция территориальной системы мониторинга техносферной безопасности (далее ТСМТБ). ТСМТБ – это интегрированный комплекс логически взаимосвязанных научных воззрений в сфере безопасности жизнедеятельности, методических рекомендаций, технических средств, обеспечивающий полномасштабный контроль состояния безопасности жизнедеятельности населения региона и перспективное прогнозирование динамики развития ситуации.

Представленное понятие о ТСМТБ в концентрированном виде выражает авторскую позицию по проблеме совершенствования формирования региональных мониторинговых систем. Суть концепции состоит в том, что только описанный подход обеспечит техносферную

---

безопасность на уровне международно признанного приемлемого риска, так как осуществляется комплекс научных, методических и технико-технологических процедур, согласованных во времени и пространстве.

В основе построения систем мониторинга должен лежать интегрированный системный анализ и синтез элементов структуры на основе многокритериального выбора альтернатив. На практике данный тезис реализуется в виде алгоритма синтеза прогнозной системы, представленном на рис.2.

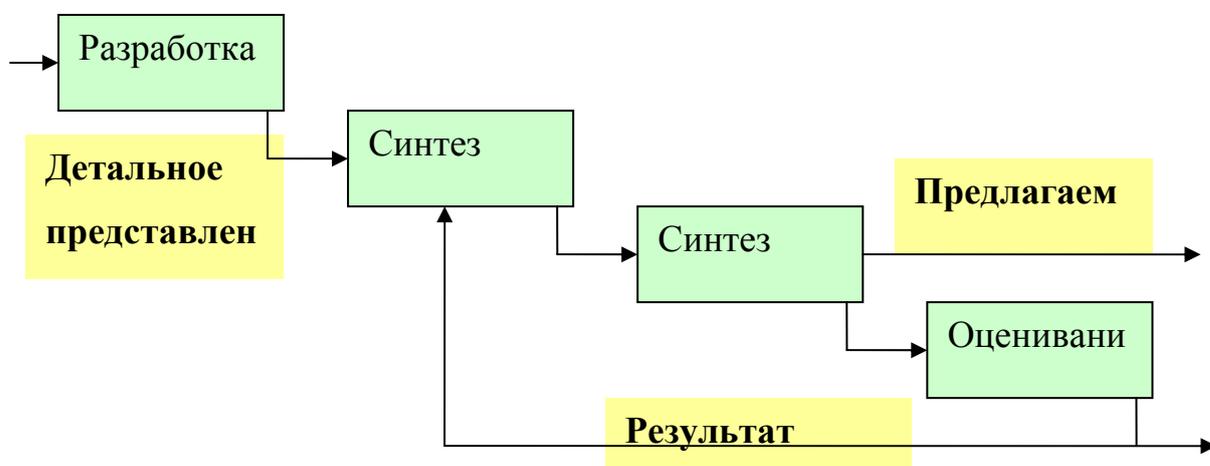


Рис. 2. – Алгоритм синтеза прогнозной системы

Использование теории систем и системного анализа базируется на фундаментальных свойствах системы – эмерджентности и синергии [14].

Первое свойство характеризует способность системы обладать аналитическими, методическими и техническими параметрами, которые не имеют составляющие её элементы и подсистемы.

Второе положение отражается в переходе от кортежа отдельных прогнозов состояния объектов техносферы к синтезу общего динамического прогноза для конкретной урбанизированной территории. Это открывает совершенно новые возможности. В данном случае есть формально очень сложная система, и требуется выделить из неё самое главное. Системный

синтез позволяет из массы переменных извлечь именно то, что нужно для принятия управленческого решения. Формирование оптимального коллектива прогнозов развития отдельных процессов системы может быть осуществлено путем их комплексации. Реализация указанного приёма в практике системного прогнозирования обуславливает решения трех взаимосвязанных задач: расчёт параметров моделей систем (процессов) и оценка их качества по соответствующим критериям, разработка методик комплексирования, формирование синтезированного прогноза и оценка его качества.

Под синтезом ряда прогнозов понимается процесс разработки общего оптимального прогноза развития системы и являющегося функцией исходных прогнозов.

Подобный коллективный прогноз должен быть построен так, чтобы реализовались в результате три принципа: системности, робастности и элиминации. Первое условие определяет эффект системности: целое больше суммы его частей – надёжность комплексного прогноза должна быть выше надёжности любого из индивидуальных прогнозов.

В повышение надёжности прогнозирования при использовании комплексного прогноза заключается проявление синергетического эффекта. Во-вторых, комплексные прогнозы должны быть робастными, то есть ошибки малой доли индивидуальных прогнозов не должны оказывать влияния на итоговую надёжность коллективного экспертного заключения. Условие элиминации определяет необходимость включения в комплексный документ самых различных между собой индивидуальных прогнозов. При этом важную роль играет правильный выбор оптимального варианта прогноза как частного из множества альтернатив, так и коллектива прогнозов. Процесс оптимизации представляет поиск наилучшей

---

альтернативы с использованием решения многокритериальной задачи выбора.

Применение системного анализа позволяет разработать методологию создания системы мониторинга, которая заключается в формировании основных теоретических принципов, требований к информации, разработке функций, конфигурации технического комплекса, методического обеспечения и пакета управляющих программ. Основной целью создания системы мониторинга является получение достоверной оценки состояния техносферной безопасности и надежного прогноза динамики развития ситуации в перспективе.

В рамках методологии сформулирован ряд основополагающих принципов, касающихся как технологии текущих измерений, так и перспективного прогнозирования состояния безопасности региона. В частности, при выполнении практических работ необходимо соблюдать принцип научной обоснованности и адекватности, обуславливающий соответствие методов и средств прогнозирования изучаемому объекту. Принцип непрерывности требует корректировки прогнозов по мере поступления новой информации об объекте прогнозирования. Важный аспект, принципиально отличающий данный проект системы мониторинга от разработок других ученых заключается в функции обратной связи, используемой в радиотехнических системах. Суть предложения состоит в постоянном непрерывном отслеживании состояния техносферной безопасности. При изменении реальной ситуации оперативно рассчитываются последствия негативных воздействий с привлечением постоянно-действующей модели безопасности региона и разрабатываются корректирующие действия. Такую систему правомерно назвать системой «активного» мониторинга, имея в виду не только наличие функций наблюдений и оценки, но и функций корректировки прогноза.

---

Описанная система мониторинга является по своей сути, энергоэффективной (энергосберегающей), потому что за счет реализации на практике методологических принципов, позволяет, во-первых, выполнять исследования в оптимальном режиме, экономя время, средства и финансы на цикл работ; во-вторых, за счет достоверности оценки и прогнозирования снижаются затраты на ликвидацию негативных последствий воздействия факторов производственной среды.

Построенная с использованием научно-методического аппарата система мониторинга на практике обеспечит получение надежных прогнозов, которые служат научным обоснованием для формирования долгосрочной стратегии устойчивого развития.

### Литература

1. Голик В.И., Прокопов А.Ю., Базавова О.В. Разработка основ высокоэффективной технологии утилизации отходов горно-обогатительной переработки руд КМА // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2168.

2. С.Г. Страданченко, А.Ю. Прокопов, К.В. Маштакова, Я.Ю. Махонько, К.С. К вопросу об использовании полимерных материалов в строительстве подземных сооружений // Инженерный вестник Дона, 2015, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3161.

3. Голик В.И., Разоренов Ю.И. Концепция утилизации отходов обогащения металлосодержащего минерального сырья // Цветная металлургия. - 2014. - №2. – С. 36-44.

4. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Experimental Study Of Non-Waste Recycling Tailings Ferruginous Quartzite // International Journal of Applied Engineering Research, Volume 10, Number 15 (2015) pp. 35410-35416. URL: arpnjournals.com/jeas/research\_papers/rp\_2015/jeas\_0915\_2481.pdf .

5. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Харебов Г.З. Эффективность разработки некондиционных запасов металлических руд // Цветная металлургия. - 2014. - №3. – С. 6-12.

6. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Масленников С.А. Охрана природной геологической среды утилизацией хвостов обогащения руд // Известия Томского политехнического университета. 2015. – Т. 326. – № 6. – С. 6-15.

7. Molev M.D., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Theoretical and experimental substantiation of construction regional security monitoring systems technospheric // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 10, Number 16 (2015) pp. 6787-6792.

8. Вартанов А.З., Рубан А.Д., Шкуратник В.Л. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг. М.: Горная книга, 2009. 640 с.

9. Молев М.Д. Научно-практические основы прогнозирования социально-экологической ситуации в регионе /Научно-методические основы мониторинга, прогнозирования и оценки устойчивого развития территориальных социоприродных систем: монография /Под общ. ред. М.В.Россинской. – Воронеж: ВГПУ, 2012. – С. 65-79.

10. Яковлев В.В. Экологическая безопасность, оценка риска: монография. СПб.: Издательство НП «Стратегия будущего», 2006 . 187 с.

11. Ашихменко Т.М. Экологический мониторинг. М: Академический проект, 2006. С. 91-92.

12. Гельдыев Б.В., Максимов М.А., Шкурычев Д.С. Экологическая оценка природно-антропогенных систем с использованием ГИС и ДДЗ // ArcReview. 2008. № 2 (45). С. 12-13.

13. Берлянт А.М. Географические информационные системы в науках о Земле. М.: МГУ, 1999. 165 с.



14. Дулепов В.И., Лескова О.А., Майоров И.С. Системная экология. Владивосток, ДВГУ, 2004. 209 с.

### References

1. Golik V.I., Prokopov A.Yu., Bazavova O.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2168](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2168).
2. S.G. Stradanchenko, A.Yu. Prokopov, K.V. Mashtakova, Ya.Yu. Makhon'ko, K.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3161](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3161).
3. Golik V.I., Razorenov Yu.I. Tsvetnaya metallurgiya. 2014. - №2. pp. 36-44.
4. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. International Journal of Applied Engineering Research, Volume 10, Number 15 (2015) pp. 35410-35416. URL: [arpnjournals.com/jeas/research\\_papers/rp\\_2015/jeas\\_0915\\_2481.pdf](http://arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2015/jeas_0915_2481.pdf)
5. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Kharebov G.Z. Tsvetnaya metallurgiya. 2014. №3. pp. 6-12.
6. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Maslennikov S.A. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2015. T. 326. № 6. pp. 6-15.
7. Molev M.D., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 10, Number 16 (2015) pp. 6787-6792.
8. Vartanov A.Z., Ruban A.D., Shkuratnik V.L. Metody i pribory kontrolja okruzhajushhej sredy i jekologicheskij monitoring [Metody i pribory kontrolya okruzhayushchey sredy i ekologicheskij monitoring]. M.: Gornaya kniga, 2009. 640 p.
9. Molev M.D. Nauchno-metodicheskie osnovy monitoringa, prognozirovaniya i otsenki ustoychivogo razvitiya territorial'nykh sotsioprirodnikh sistem: monografiya. Pod obshch. red. M.V.Rossinskoy. Voronezh: VGPU, 2012. pp. 65-79.



10. Yakovlev V.V. Jekologicheskaja bezopasnost', ocenka riska: monografija [Ekologicheskaya bezopasnost', otsenka riska: monografiya]. SPb.: Izdatel'stvo NP «Strategiya budushchego», 2006 . 187 p.

11. Ashikhmenko T.M. Jekologicheskij monitoring [Ekologicheskij monitoring]. M: Akademicheskij proekt, 2006. pp. 91-92.

12. Gel'dyev B.V., Maksimov M.A., Shkurychev D.S. ArcReview. 2008. № 2 (45). pp. 12-13.

13. Berlyant A.M. Geograficheskie informacionnye sistemy v naukah o Zemle [Geograficheskie informatsionnye sistemy v naukakh o Zemle]. M.: MGU, 1999. 165 p.

14. Dulepov V.I., Leskova O.A., Mayorov I.S. Sistemnaja jekologija. [Sistemnaya ekologiya]. Vladivostok, DVGU, 2004. 209 p.