© М.Д. Молев, С.Г. Страданченко, 2016

УДК 338.46:
504:550.83

М.Д. Молев, С.Г. Страданченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Описаны подходы к использованию синергетических свойств геофизических методов для прогнозной оценки техногенных воздействий. Изложены основные аспекты получения надежных результатов с использованием теории синергии, в частности, технология исследований, анализ данных, выбор альтернатив и синтез частных прогнозов. Показана технико-экономическая эффективность применения предложенных рекомендаций в практике прогнозирования.

Ключевые слова: синергетический эффект, геофизический прогноз, выбор альтернатив, синтез, методология, достоверность, надежность, комплексирование методов, технико-экономическая эффективность.

В настоящее время, согласно правительственной доктрине, осуществляется всеобщая модернизации промышленности Российской Федерации. Реализация намеченных планов обусловила разработку и внедрение инновационных методов и технологий, позволяющих достичь высоких технико-экономических результатов при одновременном снижении финансовых и трудовых затрат. Одним из важнейших направлений повышения эффективности мероприятий в рамках обеспечения безопасных условий жизнедеятельности населения на территориях, реабилитируемых после ликвидации угледобывающих предприятий, авторам представляется перспективное прогнозирование экологической ситуации, которая может сложиться в результате развития техногенных постликвидационных процессов и реализации плана технических мероприятий по их нейтрализации. В указанном смысле можно говорить о логической

связи между перспективным прогнозированием техногенных воздействий на геосреду и процессом предсказания будущих характеристик технологий (технологическим прогнозированием).

В качестве научно-технического инструмента авторы предлагают использовать эффект синергии. В технической литературе синергия определяется как согласованное, взаимно усиливающееся действие двух или нескольких подсистем, увеличивающее упорядоченность системы в целом, в результате чего единая система производит суммарно больший эффект, нежели все ее элементы (подсистемы) в отдельности [1]. Резкое увеличение потенциала комплекса методов и методики подобно резонансу – качественному усилению результативности их функционирования в результате совпадения набора факторов. Причина появления синергетического эффекта заключается в том, что объединяемые технические, технологические и методические ресурсы могут в результате их кооперации, концентрации, специализации, взаимодополняемости, взаимозаменяемости, оптимальности соотношений взаимно усиливать друг друга. Актуальность исследований по проблеме использования синергии в практике прогнозирования обусловлена тем, что данная разработка позволит вывести прогнозирование на более высокий научно-технический уровень.

Технологическое прогнозирование (ТП) представляет научную работу по выявлению закономерностей развития технических систем и создание динамической картины эволюции технологий. Здесь необходимо сделать одно существенное замечание, состоящее в том, что прежде чем заниматься прогнозированием развития технологий обеспечения безопасности населения от негативных техногенных воздействий, сопровождающих ликвидацию угольных шахт, необходимо разработать прогноз динамики состояния геосреды. В рамках исследований указанных процессов правомерно применить ТП для оценки состояния техносферы как глобальной природно-технической системы (ПТС). Необходимость обращения специалистов к использованию технологического прогнозирования для оценки состояния окружающей среды обусловлена тем, что элементарные прогнозные методы исчерпали свои возможности в плане достижения надежности и достоверности информации, необходимой для принятия управленческих решений. Современной науке и практике прогнозирования техносферной безопасности необходимы новые инструменты и средства, основанные на теории системного анализа и синтеза.

Из результатов анализа элементов прогнозной системы и объектов прогнозирования (подземной и поверхностной гидросферы, углепородного массива) вытекает три важных положения, от реализации которых зависит достоверность прогноза и которые характеризуют взаимодействие объекта и системы [2, 3]:

• соответствие выбранных технических методов объекту прогнозирования;

• оценка синергетического эффекта от применения комплекса методов интерпретации;

• разработка методологии прогнозирования.

Сложность и отличие прогнозирования ПТС от обычного технологического прогнозирования заключается в том, что геосреда как объект исследования представляет сложную динамическую систему, в которой значительное количество процессов описывается стохастическими математическими зависимостями. Так, модель динамического процесса может быть получена в виде полного полинома Колмогорова-Габора [4]. Формирование стратегии обеспечения безопасности жизнедеятельности населения угледобывающего региона требует всестороннего изучения проблем прогнозирования динамики состояния природно-технической системы.

В рамках данного исследования одним из основных вопросов является научное решение неопределенности результатов прогнозирования, зависящей, в частности, от уровня современного развития науки и техники в данной области. Следуя логике системного анализа, представляется необходимым реализовать первое положение, которое изложено в предыдущем абзаце. Практика прогнозирования показывает, что исследования рациональным сочетанием (комплексом) методов, в основе применения которых лежит поля различной физической природы (например, электрическое и сейсмоакустическое) позволяет почти однозначно (с надежностью до 90%) определить геологическую природу объекта или источник загрязнения среды [5]. Указанная методика в течение 30 лет успешно реализуется в условиях Российского Донбасса, который переживает в настоящее время так называемый «постликвидационный» период после масштабного закрытием почти пятидесяти шахт. В практике применения методики геофизического прогнозирования, использующего физико-математическую теорию, проявляется суммирующий эффект («синергия») взаимодействия двух или более методов, характеризующегося тем, что результат их со-

вместного использования существенно превосходит эффективность исследования объекта отдельно взятым методом.

Второй авторский тезис раскрывается в переходе от набора (кортежа) частных несогласованных прогнозов состояния объектов углепородного массива и поверхности к синтезу общего динамического прогноза для конкретной территории угледобывающего региона. Данный подход, по мнению авторов, открывает совершенно новые потенциальные возможности в практике прогнозирования. В реальности существует очень сложная природно-техническая система, и нам требуется выделить из данной конструкции самое главное. Системный синтез позволяет из массы переменных извлечь именно то, что нужно для принятия управленческого решения. Формирование оптимального коллектива прогнозов развития процессов и объектов системы может быть осуществлено путем их комплексации. Реализация указанного приема в практике системного прогнозирования обуславливает решения трех взаимосвязанных задач: расчет параметров моделей систем (процессов) и оценка их качества по соответствующим критериям, разработка методик комплексирования, формирование синтезированного прогноза и оценка его качества. Под синтезом ряда частных прогнозов авторы понимают процесс разработки общего оптимального прогноза развития системы и являющегося функцией исходных прогнозов. При синтезе прогнозов определяется средневзвешенный результат прогноза, полученный различными методами. Синтезирующая оценка прогноза представляет собой линейную комбинацию

$$Y = f_i * y_i,$$

где y_i – значение частного i-го прогноза, f_i – вес i-го прогноза.

Одним из путей достижения максимального уровня синергии на современном этапе развития информационных технологий методом, обеспечивающем эффективность прогнозирования, является «сквозное» моделирование, которое должно включать формирование моделей объектов, методов исследований и методики интерпретации результатов. 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 – надежность комплексного прогноза должна быть выше надежности любого из индивидуальных прогнозов. Данный теоретический подход подтверждается много-

летней практикой прогнозирования авторов, в рамках которой установлено, что, как правило, надежность коллектива прогнозов превышает примерно на 15% надежности его исходных составляющих [6]. В повышение надежности и точности геофизического прогнозирования при использовании комплексного прогноза заключается проявление синергетического эффекта. Во-вторых, комплексные прогнозы обладают свойством робастности, то есть ошибки малой доли индивидуальных прогнозов не должны оказывать влияния на итоговую надежность 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 [7].

Таким образом, процесс анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований логично подводит к мысли о необходимости разработки методологии прогнозирования, в основе которой лежит формирование системы прогнозирования и синтеза прогнозов. Методология, представляет собой теоретическую компоненту системы прогнозирования, позволяющую научно обоснованно оценить на перспективу состояние природно-технической системы. Основными элементами прогнозной системы являются законы, принципы, термины, объекты, ретроспективные исходные данные, экологические и экономико-математические модели, методики и технологии а также методы и технические средства прогнозирования. В системе прогнозирования должен осуществляться синтез лучших достижений техносферной безопасности, прогностики и информатики. В перспективе, по мере развития науки и техники, подобные системы должны быть преобразованы в автоматизированные мониторинговые системы управления безопасностью жизнедеятельности населения, которые будут включать постоянно действующие экологические модели региона как разновидность ГИС.

По нашему мнению, сложившемуся в результате многолетних экспериментальных и теоретических исследований, прогнозная геофизическая система должна включать следующие подсистемы:

• формирования и оценки априорных данных об объектах прогнозирования (элементах геосреды), их внутренних и внешних связях;

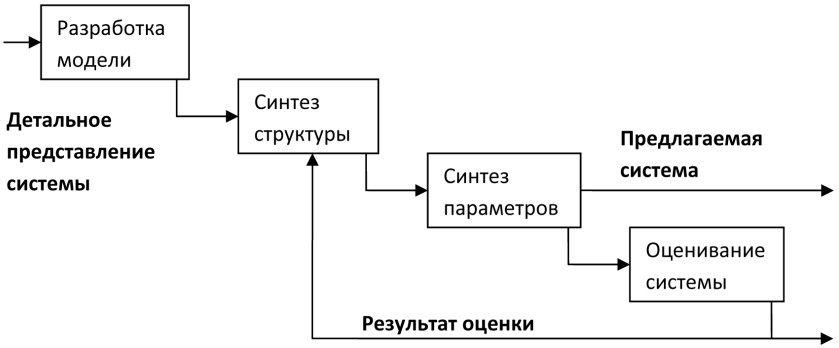


Схема синтеза прогнозной системы

• определения перечня прогнозных задач;

• формирования системы функций, обеспечивающих решение поставленных задач;

• выбора и формирования оптимального комплекса технических и методических средств реализации необходимых функций;

• разработки комплекса критериев интерпретации результатов и оптимизации прогноза;

• синтеза совокупности прогнозов перспективного состояния объектов ПТС.

Упрощенная схема этапа синтеза системы показана на рисунке.

Описанная методология содержит передовые на современном этапе развития науки принципы, методы и средства разработки эффективных прогнозов динамики состояния природно-технических объектов на территории угледобывающего региона. Использование инновационных инструментов в сфере прогнозирования обеспечивает практическую реализацию синергетических возможностей геофизических методов контроля, что позволяет сократить и оптимизировать технологический цикл прогнозных работ и, в результате, повысить технико-экономическую эффективность исследований на 10–15% по сравнению с ранее применяемыми технологиями [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Смирнов Э.А.* Теория организации: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 248 с.

2. *Молев М.Д.*, *Молев А.М.* Теория и практика управления региональной экологической безопасностью: монография. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. – 86 с.

3. *Россинская М.В.*, *Кушнир И.Б.*, *Молев М.Д.*, *Трегулова Н.Г.* Мониторинг и оценка эколого-социо-эконо-мического развития территории: монография. – Шахты: Издательство ЮРГУЭС, 2012. – С. 162–172.

4. *Розенберг Г.С.*, *Шиленков В.К.*, *Брусиловский П.М.* Экологическое прогнозирование. – Тольятти: Изд-во Института экологии Волжского бассейна РАН, 1994. – 285 с.

5. *Молев М.Д., Меркулов А.В., Меркулова В.А.* Комплексная оценка горно-геологических условий при подземной разработке месторождений полезных ископаемых // Научный вестник МГГУ. – 2013. – № 1. – С. 91–95.

6. *Молев М.Д.* Геофизическое прогнозирование горно-геологических условий подземной разработки угольных пластов: монография. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – 138 с.

7. *Лерер Д.* Как мы принимаем решение. – М.: Астрель, 2010. – 352 с.

8. *Молев М.Д.*, *Меркулова В.А.*, *Меркулова М.А.*, *Меркулов А.В.* Использование эколого-экономического моделей для анализа экологической безопасности территории / Техносферная безопасность, надежность, качество, энергосбережение: Материалы Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2011. – С. 77–81. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Молев Михаил Дмитриевич – доктор технических наук, профессор,
Страданченко Сергей Георгиевич – доктор технических наук, профессор, директор,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета экономики и сервиса в г. Шахты, e-mail: rectorat@sssu.ru.

UDC

M.D. Molev, S.G. Stradanchenko

USE OF SYNERGISTIC OPPORTUNITIES GEOPHYSICAL METHODS FOR PREDICTING OUTCOMES OF ANTHROPOGENIC IMPACTS

This article describes approaches to the use of the synergistic properties of geophysical methods for evaluation of anthropogenic impacts. Sets out the main aspects of obtaining reliable results using the theory of synergy, in particular, technology research, data analysis, selection of alternatives and synthesis of private forecasts. Shows the technical and economic effectiveness of the recommendations made in the practice of forecasting.

Key words: synergy, geophysical prognosis, choice of alternatives, synthesis, methodology, accuracy, reliability, integration of methods, technical and economic efficiency.

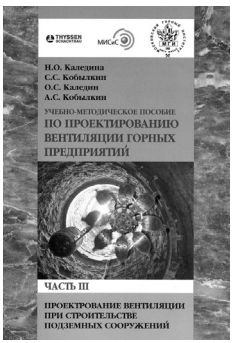
AUTHORS

Molev M.D.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor,
Stradanchenko S.G.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, Director,
[1] Institute for Service Sector and Entrepreneurship (branch) Don State Technical University in Shakhty, 346500, Shakhty, Russia, e-mail: rectorat@sssu.ru.

REFERENCES

1. Smirnov E. A. *Teoriya organizatsii*. Uchebnoe posobie (Organization theory. Educational aid), Moscow, INFRA-M, 2004, 248 p.
2. Molev M. D., Molev A. M. *Teoriya i praktika upravleniya regionalnoy ekologicheskoy bezopasnostyu*: monografiya (Theory and practice of regional environmental security: monograph), Shakhty, Izdatelstvo YuRGUES, 2006, 86 p.
3. Rossinskaya M. V., Kushnir I. B., Molev M. D., Tregulova N. G. Monitoring i ocenka ekologo-socio-ekonomicheskogo razvitiya territorii: monografiya (Monitoring and assessment of ecological and socio-economic development of the territory: monograph), Shakhty, Izdatelstvo YuRGUES, 2012, pp. 162–172.
4. Rozenberg G. S., Shilenkov V. K., Brusilovskiy P. M. *Jekologicheskoe prognozirovanie* (Ecological forecastin), Tolyatti, Izdatelstvo Instituta ekologii Volzhskogo basseyna RAN, 1994, 285 p.
5. Molev M. D., Merkulov A. V., Merkulova V. A. *Nauchnyy vestnik MGGU*. 2013, no 1, pp. 91–95.
6. Molev M. D. *Geofizicheskoe prognozirovanie gorno-geologicheskih usloviy podzemnoy razrabotki ugolnyih plastov*: monografiya (Geophysical forecasting mining and geological conditions of underground mining of coal seams: a monograph), Novocherkassk: Izdatelstvo YuRGTU, 2000, 138 p.
7. Lerer D. *Kak my prinimaem reshenie* (How we decide), Moscow, Astrel, 2010, 352 p.
8. Molev M. D., Merkulova V. A., Merkulova M. A., Merkulov A. V. Tekhnosfernaya bezopasnost', nadezhnost', kachestvo, energosberezhenie: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Technosphere safety, reliability, quality, energy savings: proceedings of the International scientific-practical conference), Rostov-on-Don, RGSU, 2011, pp. 77–81.

НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Учебно-методическое пособие по проектированию вентиляции горных предприятий. Часть III. Проектирование вентиляции при строительстве подземных сооружений
Каледина Н.О., Кобылкин С.С., Каледин О.С., Кобылкин А.С.
Год: 2016
Страниц: 80
ISBN: 978-5-98672-417-1
UDK: 622.457.2.001.2

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов вузов и техникумов для самостоятельной работы, курсового и дипломного проектирования, обучающихся по направлению «Горное дело». Также пособие может быть использовано горными инженерами и проектировщиками, магистрами и аспирантами вузов при расчете вентиляции. В пособии представлены методики расчетов интенсивности пылевыделения и газовыделения, даны рекомендации и методики расчета необходимого количества воздуха для проветривания, дан алгоритм расчета вентиляционной сети проходческого участка с расчетом всех видов сопротивлений, представлен справочный материал по вентиляторам и воздуховодам. Приведены примеры расчетов.