

В.С. Герасимов, В.М. Шек**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ**

Рассмотрены современные геоинформационные системы (ГИС) поддержки принятия решения для анализа состояния горных массивов и прогнозирования возникновения опасных ситуаций на примере комплекса программ «Геодин». Определены перспективы развития подобных комплексов, в частности, увеличение точности оценки за счет внедрения нейронных сетей. Обоснован выбор определенной обучающей модели.

Ключевые слова: геоинформационные системы, горные массивы, комплекс программ «Геодин», геодинамические проявления.

Подземные горные работы относятся к производствам повышенной опасности. Изменения в состоянии горных массивов может привести к обрушению горных выработок и созданию аварийных ситуаций. С конца 1980-х гг. ученые активно ведут разработки в области компьютерных систем моделирования процессов горных работ. Существующие аппаратно-программные комплексы позволяют проектировать и оптимизировать функционирование горных предприятий, планировать и осуществлять мониторинг проходческих и очистных работ, а также прогнозировать воз-

никновение рисков для безопасности и здоровья.

Комплекс программ «Геодин» [1] разработан для анализа состояний горных массивов и оценки риска опасных природных и техногенных явлений при подземной разработке твердых полезных ископаемых и поддержки принятия решения (рис. 1).

Данный комплекс входит в состав «Автоматизированной системы поддержки принятия технологических решений и комплексного синтезирующего мониторинга (АС ППТР и КСМ) для горнотехнической системы шахты», обеспечивающей снижение рисков и

предотвращение опасных природных и техногенных явлений при комплексном освоении недр месторождений твердых полезных ископаемых [2] и должен осуществлять обнаружение динамических очагов накопления энергии в массиве горных пород за счет критических деформационных напряжений и перехода газов в свободное состояние.

Оценка назревающих геодинамических явлений (ГДЯ) осуществляется в пространстве горнотехнической сис-

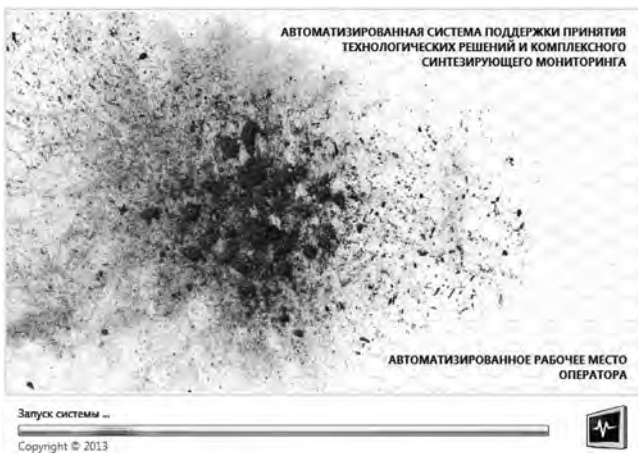


Рис. 1. Экранная форма АРМ оператора

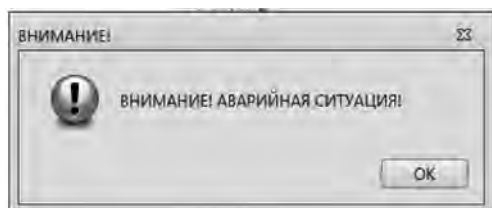


Рис. 2. Всплывающее окно – оповещение оператора о возникших рисках

темы, описываемом геоинформационной геологической моделью массивов горных пород и моделью горных выработок шахты, с использованием дополнительной динамической информации из подсистемы сейсмического и сейсмоакустического мониторинга состояния массивов горных пород вблизи проходческих и очистных выработок.

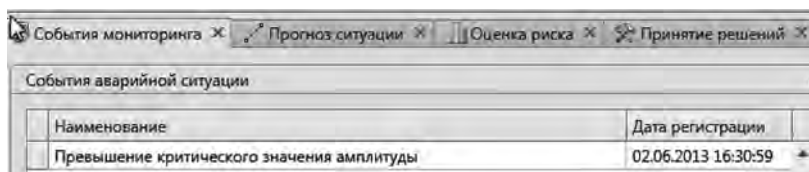


Рис. 3. Регистрация критического аварийно-опасного события

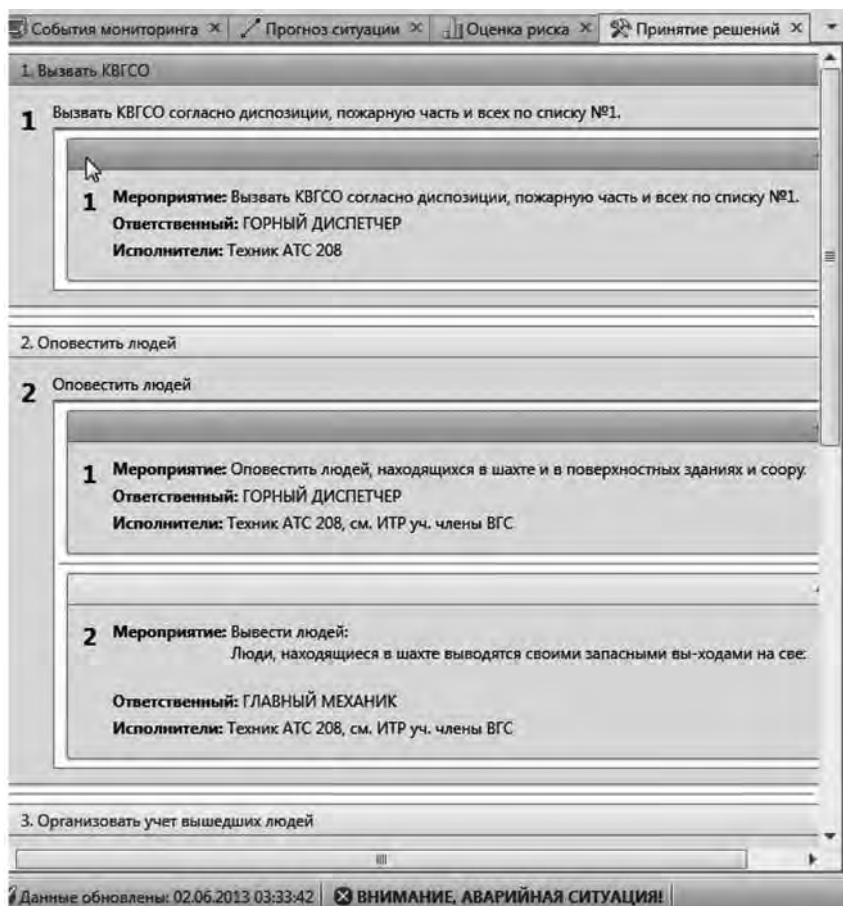


Рис. 4. Окно подпрограммы принятия технологических решений по прогнозируемой аварийной ситуации

Система оповещает оператора о возможности возникновения техногенной катастрофы на основании показателей ее датчиков (в случае превышения допустимых норм), определяет риски возможных ГДЯ и предлагает несколько вариантов технологических решений по их недопущению или уменьшению последствий. Право принятия решений о способе продолжения работы шахты или введении аварийного режима предоставляется специалисту, ответственному за ведение горных работ шахты. Примеры сообщений системы представлены на рис. 2–4.

Прогнозирование возможных аварийных ситуаций и их ликвидация основаны только на основе алгоритмов, представленных в Положениях по борьбе с внезапными выбросами угля и газов и горными ударами.

В настоящее время ведутся исследования по расширению функциональных возможностей программного комплекса «Геодин» посредством введения интеллектуальных средств предопределяющего моделирования изменения состояния системы «горный массив – выработки» при долгосрочном проектировании подготовительных и очистных работ шахты и прогнозировании возможных ГДЯ с оценением рисков их возникновения. Решение данной задачи возможно с использованием искусственных нейронных сетей.

Для получения достоверных прогнозов с помощью нейронной сети необходимо использовать обучающую модель, работающую по принципу «обучение с учителем» (рис. 5). Данный выбор основан на том, что уже сформированы закономерности связей сейсмоактивности горных пород в окрестностях проходческих или



Рис. 5. Блочная диаграмма обучения с учителем

очистных выработок с вероятностью и интенсивностью ГДЯ при определенных режимах ведения горных работ. На основании этих закономерностей, априорной и оперативной информации о горнотехнических процессах и выходной информации системы моделирования горных работ можно построить обучающую систему [3].

Е.И. Петровичев отметил [3], что разнообразные статистические методы диагностирования и прогнозирования допускают до 26% ложных срабатываний системы, что непозволительно для систем безопасности на промышленных объектах. Поэтому необходимо использовать средства адаптации механизма выбора решений к изменчивости окружающей среды. Дополнительные знания формируются с использованием модуля Учителя. В процессе накопления знаний нейросетевая система способна достичь точности до 92% и сократить число ложных срабатываний до 4% [4].

Но процесс накопления знаний в данной модели достаточно долг, и до нескольких месяцев потребуются для убедительного обучения. Для ускорения процесса обучения и возможности адаптации системы в процессе эксплуатации целесообразно синтезировать методы нейронных сетей и ЭС.

Экспертные знания включают в себя такой параметр, как коэффициент доверия $a \in [0, 1]$. Учет данного коэффициента позволит интерпретировать весовые коэффициенты ней-

ронов [5] и, тем самым, резко повысить обучаемость системы.

Данный метод позволит построить нейро-нечеткую ЭС, способную не только улучшить прогнозирование возникновения аварийных ситуаций на горном предприятии, но и предоставлять оценку риска каждого негативного события. Учет этих рисков значительно повысит добротность системы принятия решений и позволит предотвратить или значительно снизить последствия таких событий.

Создаваемая интеллектуальная система позволит исследовать массивы горных пород вблизи мест ведения проходческих и очистных работ на наличие опасности геодинамических проявлений и оценить риски этих событий. Участие автора заключается в разработке конкретной структуры нейронной сети, выбора метода моделирования, создании инструментария и проведения модельных исследований на примере конкретной угольной шахты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кубрин С.С., Шек В.М. Геоинформационные системы для исследования опасных горнодинамических явлений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 5. – С. 103–112.
2. Шек В.М., Литвинов А.Г., Пасечник И.А. Функциональная структура программного обеспечения АС ППТР и КСМ // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 5. – С. 257–263.

3. Петровичев Е.И. Введение в искусственные нейронные сети – М.: МГТУ, 2008. – С. 79–81.
4. Петровичев Е.И. Нейросетевая технология в системах искусственного интеллекта // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 2. – С. 134–145.
5. Субботин С.А. Неитеративный синтез нейро-нечетких диагностических экспертных систем // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 380–386. **ГИАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Герасимов Виталий Сергеевич – студент,
Шек Валерий Михайлович (научный руководитель) – доктор технических наук, профессор,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

UDC 681.518.(075.32)

INTELLECTUALIZATION GIS DECISION SUPPORT SYSTEMS

Gerasimov V.S., Student,
Shek V.M. (supervisor), Doctor of Technical Sciences, Professor,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,
e-mail: ud@msmu.ru.

The report discusses modern GIS decision support systems to analyze the status mountain massifs and predict dangerous situations for example, complex of programs «Geodin». Identified the prospects developing such systems, in particular, increase estimation accuracy of estimates through the introduction of neural networks. Substantiate the choice of the certain training model.

Key words: geographic information systems, mountain massifs, complex of programs «Geodin», geodynamic existence.

REFERENCES

1. Kubrin S.S., Shek V.M. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2013, no 5, pp. 103–112.
2. Shek V.M., Litvinov A.G., Pasechnik I.A. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2013, no 5, pp. 257–263.
3. Petrovichev E.I. *Vvedenie v iskusstvennye neironnye seti* (Introduction to artificial neural networks), Moscow, MGGU, 2008, pp. 79–81.
4. Petrovichev E.I. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2008, no 2, pp. 134–145.
5. Subbotin S.A. *Iskusstvennyi intellekt*. 2009, no 4, pp. 380–386.