

технического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2011. – Т. 4. – № 128. – С. 101–107.

9. Хворова Л.А., Жариков А.В. Численное моделирование составляющих теплового режима почв Алтайского Приобья // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – № 1/2 (77). – С. 126–130.

9. Лагутин А.А., Волков Н.В., Мордвин Е.Ю., Хворова Л.А. Моделирование климата Западной Сибири с использованием RegCM4: поля температур и осадков // Материалы междушколы-семинара «Фундаментальные и прикладные исследования в математической экологии и агроэкологии». – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2012. – С. 51–58.

10. Гавриловская Н.В., Топаж А.Г., Хворова Л.А. Моделирование погодных сценариев для оценки урожайности зерновых культур в условиях Западной Сибири // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 1/1 (69). С. 71–77.

УДК 631.16: 519.863

## **Применение метода анализа иерархий для оценки степени значимости параметров в общей оценке готовности гидротехнического сооружения к безопасному пропуску паводковых вод**

*Е.Ю. Морозюк, Е.В. Понькина*  
*АлтГУ, г. Барнаул*

Риски подтопления территорий в результате гидродинамических аварий на гидротехнических сооружениях (ГТС) являются существенными. Для предотвращения таких аварий два раза в год проводят оценку готовности ГТС к безопасному пропуску паводковых вод. Межведомственной комиссией проводится обследование ГТС в рамках предпаводкового и паводкового обследования сооружений для выработки решения по приведению сооружений к безопасному состоянию. В состав комиссии входят специалисты из ККУ «УГОЧС и ПБ в Алтайском крае»; ГУ МЧС России по Алтайскому краю; Главного управления природных ресурсов и экологии Алтайского края; Ростехнадзора; Верхне-Обского бассейнового водного управления [1]. До начала проведения обследования ГТС организуют разработку оптимальных маршрутов по районному принципу для сокращения времени на обследование всех ГТС. Подготавливают приказ главы администрации района, в котором указывают: задачи проведения обследования, время проведения обследования, состав комиссии, методы обследования,

необходимые технические средства [2]. Цель обследования – своевременное выявление дефектов и опасных явлений, которые могут привести к чрезвычайной ситуации. Комиссия проверяет ГТС по следующим параметрам:

1. Техническое состояние ГТС.
2. Наличие службы эксплуатации.
3. Аварийный запас материальных ресурсов.
4. Наличие плана, согласованного с МЧС России, по локализации и ликвидации аварий с использованием материально-технических средств.
5. Срок эксплуатации.
6. Расчет размера вероятного вреда, который может быть причинен жизни и здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС.
7. Правила эксплуатации ГТС.
8. Договор обязательного страхования гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии на ГТС.
9. Наличие общих сведений о ГТС [3].

Результаты работы межведомственной рабочей группы оформляются актами и предоставляются в Алтайскую межрайонную природоохранную прокуратуру.

Недостатком современной процедуры проверки готовности ГТС к пропуску паводковых вод является ее формальность. В результате обнаружения несоответствий оформляется акт, где указываются нарушения и устанавливается срок на их устранение. Нарушения различного рода равнозначны. Так, например, параметры реальной технической готовности равнозначны параметрам готовности документации. Кроме того, отсутствие системы балльной оценки готовности ГТС затрудняет восприятие ситуации. Устранение данных недостатков процедуры оценки готовности ГТС возможно посредством применения метода анализа иерархий, позволяющего на основе экспертных оценок оценить значимость проверяемых параметров и получить веса, используемые для балльной оценки готовности ГТС к пропуску паводковых вод.

Метод анализа иерархий – математический инструментальный, позволяющий сравнивать альтернативы и посредством их попарного сравнения оценить степень их приоритетности/значимости как для ЛПР, так и в оценке некоторого свойства объекта. Основы применения метода детально изложены в [4]. Отличительной особенностью метода является то, что возможно сравнение объектов/альтернатив по «неизмеряемым» напрямую свойствам.

Для получения оценок значимости параметров состояния ГТС (весовых коэффициентов) в общей оценке готовности ГТС к безопасному

пропуску паводковых вод была разработана анкета, при заполнении которой эксперты осуществляли сравнение параметров готовности ГТС с одним из выбранных. В частности, предлагалось сравнить параметры «Техническое состояние ГТС», «Наличие плана согласованного с МЧС России по локализации и ликвидации аварий с использованием материально-технических средств», «Правила эксплуатации ГТС» со всеми другими параметрами, используя девяти позиционную шкалу (1 – идентичность; оценки 3, 5, 7 и 9 – характеризуют степень превосходства; оценки 1/3, 1/5, 1/7 и 1/9 – степень незначимости параметра относительно сравниваемого).

Экспертами выступили специалисты из ККУ «УГОЧС и ПБ в Алтайском крае», ГУ МЧС России по Алтайскому краю, Главного управления природных ресурсов и экологии Алтайского края, Ростехнадзора, Верхне-Обского бассейнового водного управления. Общее число экспертов – 5 человек. В результате опроса получены матрицы попарных сравнений степени значимости параметров готовности ГТС к пропуску паводковых вод для каждого эксперта и оценки векторов приоритетов (табл.). Согласованность мнений экспертов в оценке значимости равна в среднем 0,17.

Таблица

Результаты оценки значимости параметров готовности ГТС к пропуску паводковых вод (экспертные оценки)

№	Наименование параметра готовности ГТС к пропуску паводковых вод	Вектор приоритетов, по мнению эксперта, %				
		1	2	3	4	5
1	Техническое состояние ГТС	23	8	25	24	6
2	Служба эксплуатации	6	7	7	3	20
3	Аварийный запас материальных ресурсов	4	1	3	3	2
4	Наличие плана, согласованного с МЧС России, по локализации и ликвидации аварий с использованием материально-технических средств	19	8	8	25	4
5	Срок эксплуатации	5	6	4	9	27
6	Расчет размера вероятного вреда, который может быть причинен жизни и здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС	18	26	18	8	22
7	Правила эксплуатации ГТС	11	6	11	11	11
8	Договор обязательного страхования гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии на ГТС	5	17	9	10	1
9	Наличие общих сведений о ГТС	8	21	14	7	8
<b>Отношение согласованности</b>		<b>0,13</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>

Результаты опроса показали, что в целом мнения экспертов схожи. Существенные отличия наблюдаются в оценках второго эксперта, ко-

торый большую значимость отвел параметрам формального характера «Наличие общих сведений о ГТС», «Наличия расчета вероятного вреда...» и «Договора обязательного страхования...». Согласованность мнения второго эксперта самая низкая, что свидетельствует либо о неверном толковании цели и задач процедуры опроса, либо о его отличном от большинства экспертов субъективном восприятии ситуации. Пятый эксперт в отличие от других указал большую значимость параметров «Срок эксплуатации» ГТС и наличие «Службы эксплуатации». В целом высокая схожесть оценок достигается по параметрам № 3 «Аварийный запас материальных ресурсов» и № 7 «Правила эксплуатации ГТС».

Итоговые результаты оценки значимости признаков в оценке готовности ГТС к пропуску паводковых вод приведены на рисунке. Расчет выполнен путем взвешивания по степени согласованности мнений экспертов (менее согласованные оценки играют меньшую значимость). Заметим, что упорядочение по степени значимости параметров идентично при отсутствии или учете мнения второго эксперта.

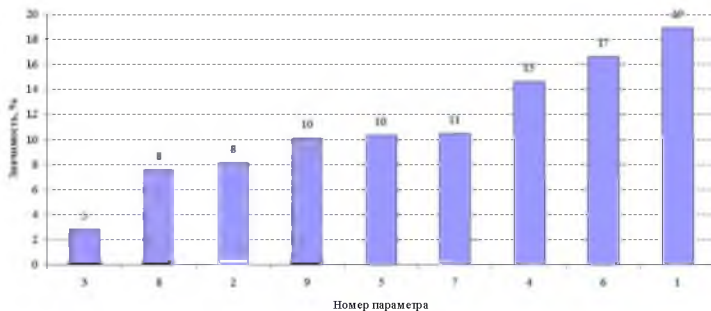


Рис. Интегральная оценка значимости (веса) признака в общей оценке готовности ГТС к пропуску паводковых вод

Расширение круга экспертов до 20-25 человек позволит получить более объективные оценки значимости параметров готовности ГТС к пропуску паводковых вод и сформировать информационную основу для внедрения методики бальной оценки. Применение бальной шкалы, разработанной на основе метода анализа иерархий, позволит учесть в общей оценке готовности ГТС наиболее важные признаки, действительно оказывающие влияние на эксплуатационную готовность.

#### Библиографический список

1. Положение о межведомственной группе по вопросам безопасности гидротехнических сооружений от 18 февраля 2011 г.

2. Методические рекомендации по организации надзорной деятельности за гидротехническими сооружениями и защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и система мониторинга инженерных сооружений (СМИС) г. Барнаул, 2007.

3. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» № 117-ФЗ от 21 июля 1997 г.

4. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

УДК 004.942 + 579.64

## **Решение производственных задач в среде имитационного моделирования AnyLogic**

*О.Н. Кунгурова, Л.А. Палкина*

*АлтГУ, г. Барнаул*

Работа финансовых и производственных организаций в условиях конкуренции требует снижения производственных издержек, обоснованного выбора лучших альтернатив и управления рисками. С целью решения подобных задач необходимы информационные системы, предоставляющие оценки развития ситуации в будущем, оценки рисков и осуществляющие поддержку принятия решений.

Имитационное моделирование позволяет составить «виртуальную модель» производственного или финансового процесса. Правильно составленная модель позволяет оперативно и своевременно принимать обоснованные управленческие решения.

Современные CASE-средства охватывают обширную область поддержки многочисленных технологий проектирования ИС: от простых средств анализа и документирования до полномасштабных средств автоматизации, покрывающих весь жизненный цикл ПО.

Наиболее трудоемкими этапами разработки ИС являются этапы анализа и проектирования, в процессе которых CASE-средства обеспечивают качество принимаемых технических решений и подготовку проектной документации. При этом большую роль играют методы визуального представления информации. Это предполагает построение структурных или иных диаграмм в реальном масштабе времени, использование многообразной цветовой палитры, сквозную проверку синтаксических правил. Графические средства моделирования предметной области позволяют разработчикам в наглядном виде изучать