

---

Рыженко А.А., Прошина О.М. Модель информационно-аналитической системы...

5. Щерба Е.В., Волков Д.А. Разработка системы обнаружения распределенных сетевых атак типа «отказ в обслуживании» // Омский научный вестник. Серия «Прикладная дискретная математика». 2012. № 3. С. 67–70.
6. Щерба Е.В., Щерба М.В. Архитектура программной реализации методики обнаружения сетевых атак типа «отказ в обслуживании» // Динамика систем, механизмов и машин. 2012. № 1. С. 296–299.

### Literatura

1. Aliev T.I. Osnovy modelirovaniya diskretnykh sistem: uchebnoe posobie. SPb.: Izd-vo ITMO, 2009. 363 s.
2. Gatchin Yu.A. i dr. Teoriya informatsionnoy bezopasnosti i metodologiya zashchity informatsii: uchebnoe posobie. SPb.: Izd-vo ITMO, 2015. 100 s.
3. Ternovoj O.S., Shatokhin A.S. Rannee obnaruzhenie DDoS-atak statisticheskimi metodami // Doklady TUSURa. Seriya “Matematicheskoe obosnovanie i teoreticheskie aspekty informatsionnoy bezopasnosti”. 2012. № 1 (25), ch. 2. S. 104–108.
4. Trendy 2018 goda v oblasti bezopasnosti i razvitiya internet-infrastruktury v Rossii i mire // Qrator Labs. URL: <https://qrator.net/ru/company/news/trendy-2018-goda-v-oblasti-bezopasnosti-i-razvitiia-internet-infrastruktury-v-rossii-i-v-mire> (data obrashcheniya: 30.05.2019).
5. Shcherba E.V., Volkov D.A. Razrabotka sistemy obnaruzheniya raspredelennykh setevykh atak tipa “otkaz v obsluzhivanii” // Омский научный вестник. Серия “Прикладная дискретная математика”. 2012. № 3. С. 67–70.
6. Shcherba E.V., Shcherba M.V. Arkhitektura programmnoy realizatsii metodiki obnaruzheniya setevykh atak tipa “otkaz v obsluzhivanii” // Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin. 2012. № 1. С. 296–299.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.111

УДК 614.842.83.07/.08:004.942

А.А. Рыженко, О.М. Прошина

---

## МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КРУПНЫХ ГОРОДОВ И АГЛОМЕРАТОВ

---

Отмечено, что проектирование системы пожарной безопасности образовательных комплексов с централизованным управлением существенно отличается от аналогичной для образовательного учреждения. Предложена модель системы поддержки управления пожарной безопасностью образовательных комплексов, объединяющих территориально-распределенные объекты разного уровня сложности.

**Ключевые слова:** моделирование, управление, образовательные комплексы, пожарная безопасность.

A.A. Ryzhenko, O.M. Proshina

---

MODEL OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT SYSTEM  
FOR FIRE SAFETY MANAGEMENT OF EDUCATIONAL COMPLEXES  
MAJOR CITIES AND AGGLOMERATES

---

It is noted that the design of the fire safety system of educational complexes with centralized management is significantly different from that for the educational institution. A model of a fire safety management support system for educational complexes combining geographically distributed objects of different levels of complexity is proposed.

*Keywords:* modeling, management, educational complexes, fire safety.

Тотальное укрупнение в последнее десятилетие существующих организационных схем управления организациями разного уровня и профиля достигает как положительных, так и отрицательных результатов. Многие ключевые классические схемы управления, такие как прямые и обратные целевые деревья, CRM- или BPMS-системы, уже не всегда могут охватить необходимые внутренние и внешние процессы как единую среду управления [7]. В качестве выхода из данной ситуации достаточно часто на практике предлагают комбинированные варианты. При этом всегда уточняют, что полученный сценарий будет иметь сугубо ограниченный функционал, моделировать строго определенный профиль или выбранную среду.

Например, образовательная среда Российской Федерации (как система управления государственной корпорацией) с 2002 г. постоянно модифицируется и изменяется не только организационно, но и структурно. Ключевым пунктом отправления в новую форму этапного управления системой подготовки стал переход от разрозненной формы управления каждым уровнем независимо к системе управления образовательными комплексами, включающими образовательные структуры младшего, среднего и среднего специального уровней подготовки как единого органа управления [6]. Далее будет рассмотрен только данный объект управления с точки зрения относительно новой задачи – управления пожарной безопасностью территориально-распределенными объектами управления (частично автономными) с единым центром дистанционного управления.

Проблемная составляющая заключается в том, что лица, ответственные за пожарную безопасность на объектах управления, согласно новым распоряжениям федерального уровня, вынуждены в обязательном порядке согласовывать собственные решения (как локальных координирующих звеньев) с действиями внешних специалистов данного профиля (например, с территориальными начальниками караула дежурных смен МЧС России), используя доступные средства и методы. Данный сценарий не всегда возможен по ряду обстоятельств, что связано с множеством заранее не предопределенных факторов. Например, административная единица (локальный директор) образовательной структуры должна использовать превентивные меры для локализации ЧС собственными силами и средствами (по возможности). При этом только основной субъект управления (директор всего образовательного комплекса) знает доступные ресурсы, а также возможное взаимодействие между ними не только самой образовательной структуры, но и соседних объектов образовательного комплекса, что уже даже на первых этапах ликвидации вызы-

Рыженко А.А., Прошина О.М. Модель информационно-аналитической системы...

вает ряд временных задержек, связанных с организацией взаимодействия в оперативном режиме.

Предлагается комплексно рассмотреть модель системы поддержки управления пожарной безопасностью территориально-распределенных объектов, позволяющую учитывать следующие факторы: модели типовых сценариев развития пожаров управляемых объектов, автономную техническую составляющую, начиная с процесса закупок и заканчивая процессом согласования ключевых узлов, централизацию системы поддержки управления ресурсами при согласовании с внешними контролирующими организациями (например, МЧС России) и т.д. (рис. 1).

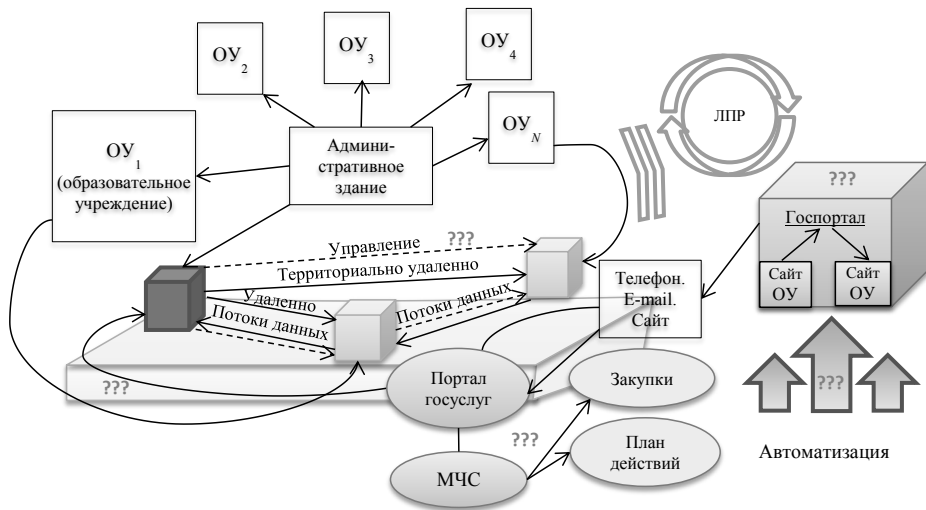


Рис. 1. Структура модели системы поддержки управления пожарной безопасностью в зданиях образовательного комплекса

На первом этапе исследований проанализированы типовые сценарии на объектах защиты существующих образовательных комплексов. Выявлено, что на этапах управления, в случае ЧС, действия ответственного персонала существенно отличались от аналогичных действий персонала на соседних объектах, что вызывало множество проблем. Как следствие, системы обеспечения пожарной безопасности выполняли функции тоже по-разному. В результате проработаны этапы типовых сценариев развития пожаров в образовательных комплексах, например:

- в случае задымления в помещении в подвальной части здания система отработает по классическому сценарию «ВНИМАНИЕ» и «ПОЖАР» с запуском системы управления инженерным комплексом объекта;
- при возгорании на одном из этажей произойдет запуск инженерного комплекса объекта, запустятся системы оповещения и эвакуации людей при пожаре, произойдет открытие фрагм дымовыведения [4; 5].

В разработанных сценариях учтено, что при ЧС и пожарах на объектах управления возможны различные сценарии развития опасных ситуаций. В качестве первичных факторов может быть и дым, и открытое горение, и утечка легковоспламеняющихся жидкостей

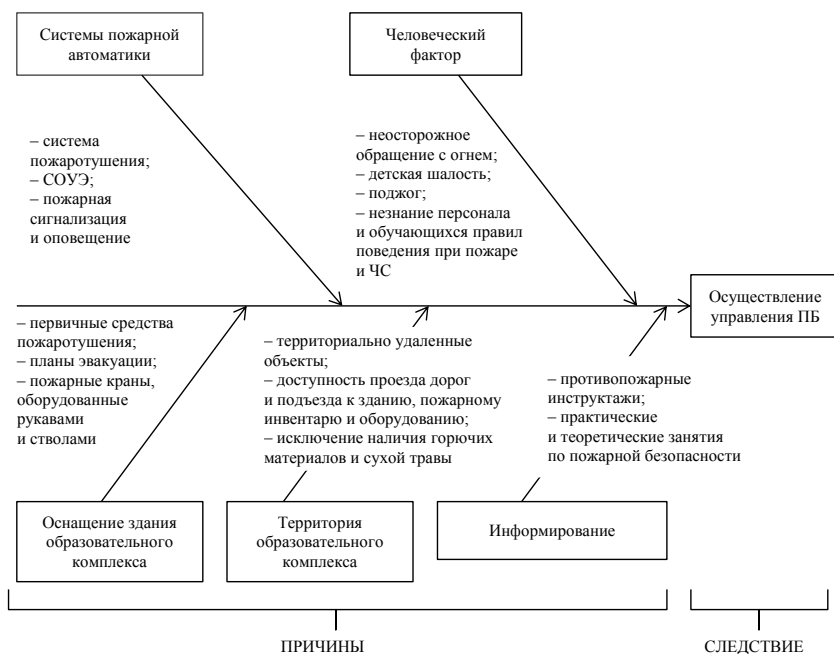
и т.д. При любом развитии личный персонал, администрация и инженерный комплекс объекта должны работать как единый механизм, придерживаясь четкого алгоритма действий [3].

Более того, разработанные сценарии позволяют достичь следующих неосновных результатов:

- определить наиболее опасные зоны (требуется при разработке специальных технических условий, формировании схем, планов и пр.);
- предварительно выделить недостатки систем защиты от огня, тушения возгораний, эвакуации людей;
- оценить достаточность мероприятий по пожарной безопасности;
- выявить ранее не исследованные опасные факторы;
- проверить эффективность дополнительных средств защиты [2].

В дополнение к основным исследованиям предметной области проведен анализ существующих моделей. Выявлено, что в настоящее время уже разработано множество программ, позволяющих формировать модели пожаров в основном в полевом режиме. Зарегистрировано более 150 моделей развития пожара. Тем не менее для данной сферы исследований модели должны включать: особенности эвакуации людей (с учетом социальной принадлежности); особенности использования современных средств автономной пожарной защиты как единой системы и т.д.

На втором этапе для детальной проработки исходных данных (с использованием диаграммы Каору Исикавы [1]) исследованы факторы, причины и следствия возникновения ЧС и пожаров на примерах зданий образовательных комплексов (рис. 2).



**Рис. 2.** Факторы, причины и следствия возникновения ЧС и пожаров в зданиях образовательных комплексов

Рыженко А.А., Прошина О.М. Модель информационно-аналитической системы...

Выделены ключевые факторы, которые необходимо учесть при моделировании процессов управления пожарной безопасностью:

- безответственное отношение к работоспособности технических систем пожарной безопасности со стороны обслуживающей организации и дежурного персонала, что часто приводит к отказу работы системы всего инженерного комплекса объекта;
- использование ресурсов зданий и сооружений комплекса возможно только при использовании распоряжений основного руководства;
- ключевые решения при ликвидации ЧС и пожаров принимает только руководитель образовательного комплекса.

Проанализированы основные факторы, при которых могут возникнуть ЧС или пожары на территории комплексов (рис. 3).



Рис. 3. Основные факторы, воздействующие на возникновение ЧС и пожаров в образовательных комплексах

Рассмотрим один факторный сценарий на основе приведенной схемы (первостепенная причина возникновения пожара – человек). Необходимо:

1. **Обеспечение соблюдения требований пожарной безопасности** в образовательном комплексе: соблюдение требований пожарной безопасности на местах, поддержание в работоспособном и исправном состоянии первичных средств пожаротушения, наличие запаса индивидуальных средств защиты и аптечки для оказания медицинской помощи.

2. **Сообщение о возникновении пожара.** Наиболее типичными факторами являются: неверный выбор оператора сети GSM, посредством которого передается сигнал в Центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) субъекта Российской Федерации.

3. *Прекращение всех работ в здании.* Безответственное отношение к сообщению о ЧС или пожаре, так как зачастую персонал «привык» считать, что такие сообщения могут быть ложными или учебными. Неправильная настройка стойки оповещения, посредством которой передаются транслирующие сигналы.

4. *Организация эвакуации.* Безответственное отношение к состоянию комплекса: закрытие эвакуационных выходов, загромождение лестничных клеток, заужение эвакуационных выходов и путей эвакуации; задымление может возникнуть в связи с тем, что отсутствует или не выполняет свою функцию система дымоудаления, а наличие сильного задымления свидетельствует о пожарной нагрузке.

5. *Организация встречи пожарных подразделений.* Наличие посторонних машин на подъездах к территории образовательного комплекса, наличие заблокированных входных групп на территории. Ответственный за пожарную безопасность, встречающий пожарные подразделения, не осведомлен о наличии и количестве пострадавших и месте очага пожара в здании, а также не знает планировки здания образовательного комплекса.

На следующем этапе исследований произведены моделирование и систематизация процесса централизованной закупки необходимых для обеспечения пожарной безопасности всего образовательного комплекса в целом ресурсов на конкурсной основе. Построена теоретико-игровая модель системы поддержки управления, позволяющая обоснованно, в доказательной форме систематизировать закупаемые ресурсы в едином фасете данных целевых проектов, возможность реализации которых рассматривает лицо, принимающее решение (рис. 4).

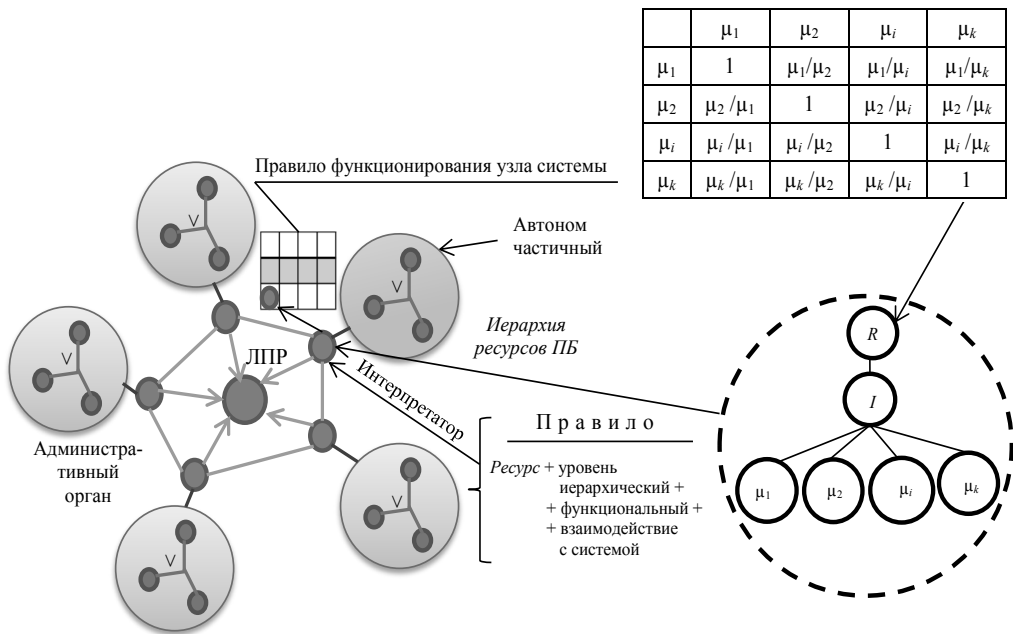


Рис. 4. Модель процесса выбора ресурсов системы поддержки управления путем построения платежной матрицы и дерева целей

Рыженко А.А., Прошина О.М. Модель информационно-аналитической системы...

Процесс принятия решений характеризуется платежной матрицей, кортежем вида

$$\Gamma_R = \langle I, J, R \rangle,$$

где  $I = \{1, 2, \dots, i, k\}$  – множество стратегий первого игрока (лица, принимающего решения по выбору ресурсов);  $\tilde{I} = \{(\mu_1/1), (\mu_2/2), \dots, (\mu_i/i), (\mu_k/k)\}$  – нечеткое множество;  $\mu_i$  – уровень надежности альтернативы  $i$ -го элемента;  $J = \{1, 2, \dots, j, n\}$  – множество стратегий второго игрока (лица, принимающего решения по выбору поставщиков в контролирующей организации, например МЧС России);  $R$  – платежная матрица,  $R = R_{kn} = (r_{ij})$  [9].

Для выбора наиболее надежных ресурсов также строится теоретико-игровая модель сравнительного анализа уровня надежности (рис. 5).

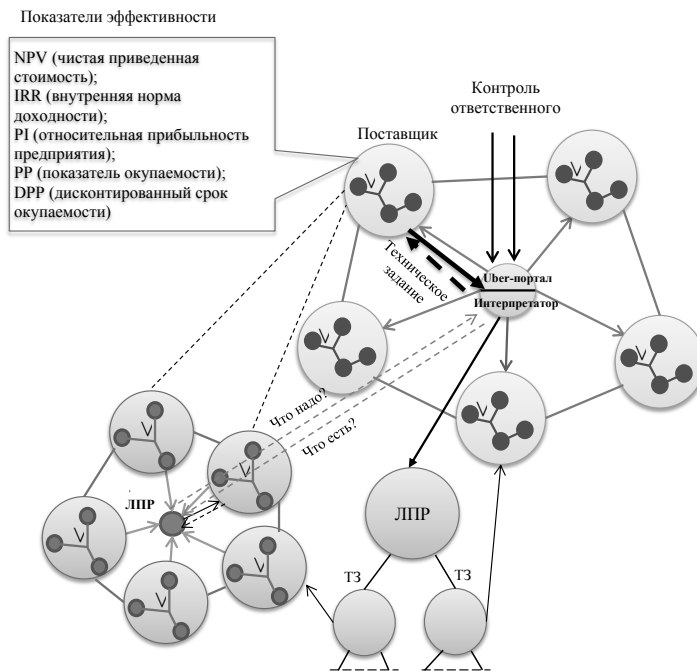


Рис. 5. Теоретико-игровая модель сравнительного анализа уровня надежности

Процесс принятия управленческих решений для сравнительного анализа уровня надежности характеризуется кортежем

$$\Gamma_\mu = \langle I, J, \mu \rangle,$$

где  $I = \{1, 2, \dots, i, k\}$  – множество ресурсов;  $\tilde{I} = \{(\mu_1/1), (\mu_2/2), \dots, (\mu_i/i), (\mu_k/k)\}$  – нечеткое множество ресурсов с заданной целью;  $\mu_i$  – значение функции принадлежности  $i$ -го ресурса;  $J = \{1, 2, \dots, j, n\}$  – множество сценариев;  $\mu$  – платежная матрица,  $\mu = \mu_{kn} = (\mu_{ij})$ .

Эффективность использования ресурсов поставщиков оценивается комплексом оценок. Система оценок экономической эффективности использования ресурсов основана

на иерархической модели расчетов эффективности с точки зрения участников основного процесса. Система учитывает динамику финансовых потоков, возникающих в процессе реализации, а также неполноту информации, неопределенность.

Наиболее употребляемыми количественными оценками эффективности являются такие показатели, как чистый дисконтированный доход  $NPV$ , внутренняя норма доходности  $IRR$ , индекс доходности  $PI$ , срок (период) окупаемости без учета дисконтирования  $PP$  и срок окупаемости с учетом дисконтирования  $DPP$  [9]. Схема последовательности сравнительного анализа надежности ресурсов на основе комбинированного применения игр имеет следующий вид (рис. 6):

1. Формирование поставщиком множества  $I$  всех ресурсов.
2. Формирование поставщиком множества  $J$  всех возможных сценариев внедрения ресурсов на объектах.
3. Оценка эффективности использования ресурсов для каждого нового сценария на основе расчетных значений показателей (в первую очередь  $NPV$ ,  $IRR$ ,  $PI$ ,  $PP$ ,  $DPP$ ).
4. Оценка значений  $\mu_{ij}$  функции принадлежности  $i$ -го ресурса множеству  $\tilde{I}$  наиболее надежных проектов в условиях  $j$ -го сценария.
5. Решение антагонистической игры (АИ),  $\Gamma \mu = I, J, \mu$ .
6. Вычисление оценок уровней надежности ресурсов, оценок  $\mu_i^*$ ,  $i = \overline{1, k}$ , значений функции принадлежности ресурсов множеству  $\tilde{I}$ .

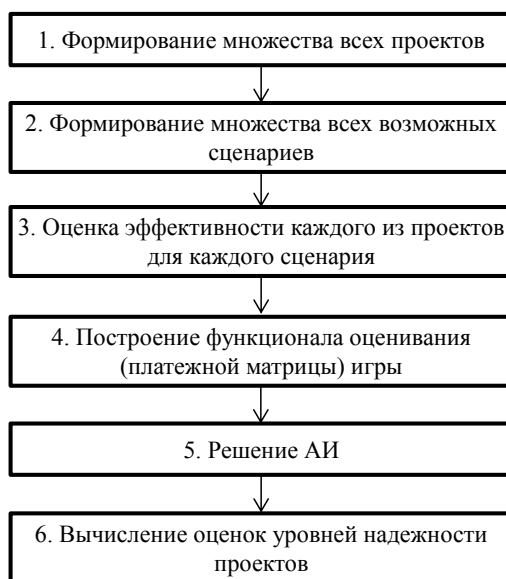


Рис. 6. Сравнительный анализ уровня надежности ресурсов

На основании формализации построен алгоритм взаимодействия лица, принимающего решения со стороны образовательных комплексов по выбору ресурсов, и лица, принимающего решения со стороны контролирующей организации (МЧС России) при выборе поставщиков (рис. 7).



Рыженко А.А., Прошина О.М. Модель информационно-аналитической системы...

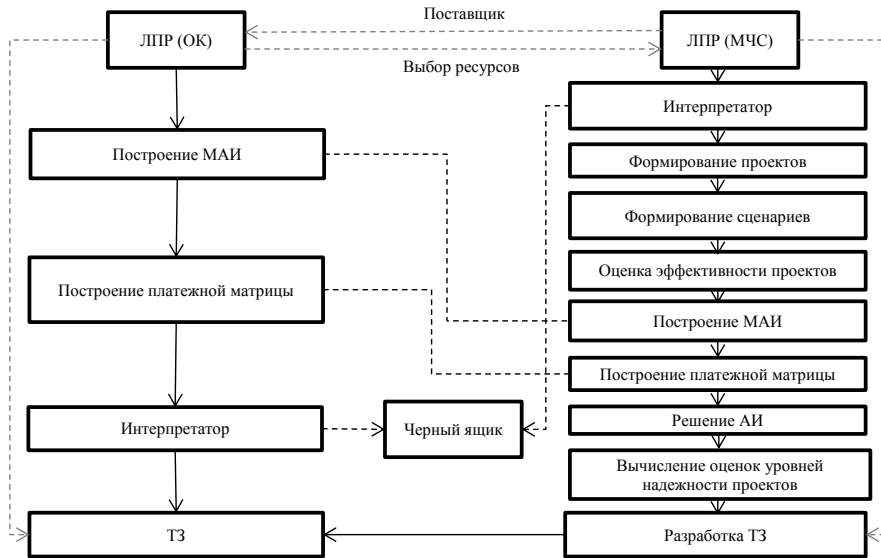


Рис. 7. Алгоритм взаимодействия лиц, принимающих решения

Для построения концептуальной модели перехода в программно-алгоритмическую форму представления информации создана модель взаимодействия потоков данных в единой информационно-аналитической системе с использованием метода «черного ящика» (рис. 8) [8].

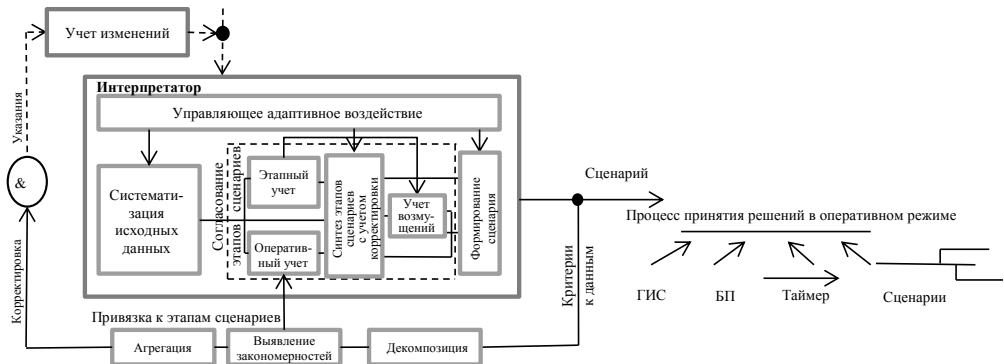


Рис. 8. Применение метода «черного ящика» при выборе поставщиков и ресурсов

Моделирование обстановки на социально важных объектах при возникновении ЧС или пожаров является важным в связи с множеством негативных факторов как на момент возникновения, так и при анализе последствий. Применение современных информационных систем и технологий с использованием систематизированного в форме единого информационного пространства специализированного программного обеспечения для образовательных комплексов позволяет максимально эффективно проводить профилактику пожаров, выполнять локализацию, ликвидацию, тушение. Также необходимо учесть,

что негативности данных факторов можно избежать путем комплексного анализа, начиная с первых этапов внедрения ресурсов (например, этапа закупок). В работе представлен процесс принятия решений с применением теоретико-игровой схемы сравнительного анализа ресурсов, основанной на комбинированном применении игр. Модель по выбору и распределению ресурсов является эффективным средством решения многих задач при обеспечении пожарной безопасности в процессе функционирования работы образовательных комплексов.

### Литература

1. Исикава К. Японские методы управления качеством / сокр. пер. с англ.; под. ред. А.В. Гличева. М.: Экономика, 1988. 214 с.
2. Овечкин Г.В. Компьютерное моделирование: учебник. М.: Academia, 2017. 368 с.
3. Пожарная безопасность образовательного учреждения // Pandia. URL: <http://pandia.ru> (дата обращения: 31.01.2020).
4. Прошина О.М. Организация управления пожарной безопасностью в зданиях образовательного комплекса крупных городов Российской Федерации // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 2. С. 48–56.
5. Прошина О.М. Осуществление управления пожарной безопасностью в здании образовательного комплекса // Системы безопасности – 2018: материалы 27-й Международной научно-технической конференции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 259–262.
6. Рыженко А.А. Выбор компонентов системы поддержки управления единого информационного пространства государственной метакорпорации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 4 (63). С. 154–159.
7. Рыженко А.А. Ограничения форм формализации управляемых процессов информационного взаимодействия уровня государственной метакорпорации // Системный анализ в экономике – 2016: сборник трудов IV Международной научно-практической конференции-биеннале (Москва, 9–11 ноября 2016 г.) / под ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. Т. 1. М.: Финансовый университет, 2016. С. 221–224.
8. Рыженко А.А. Проектирование алгебраической формы распределенной базы правил системы с автономными элементами // Системный анализ и информационные технологии – 2017: труды Седьмой Международной конференции (Светлогорск, 13–18 июня 2017 г.). Светлогорск, 2017. С. 324–328.
9. Сигал А.В., Блыщик В.Ф. Антагонистическая игра, заданная в условиях частичной неопределенности // Экономическая кибернетика. 2005. № 5–6 (35–36). С. 47–53.

### Literatura

1. Isikava K. Yaponskie metody upravleniya kachestvom / sokr. per. s angl.; pod. red. A.V. Gli-cheva. M.: Ekonomika, 1988. 214 s.
2. Ovechkin G.V. Komp'yuternoe modelirovanie: uchebnik. M.: Academia, 2017. 368 s.
3. Pozharnaya bezopasnost' obrazovatel'nogo uchrezhdeniya // Pandia. URL: <http://pandia.ru> (data obrashcheni: 31.01.2020).
4. Proshina O.M. Organizatsiya upravleniya pozharnej bezopasnost'yu v zdaniyakh obrazovatel'nogo kompleksa krupnykh gorodov Rossijskoj Federatsii // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2019. № 2. S. 48–56.
5. Proshina O.M. Osushchestvlenie upravleniya pozharnej bezopasnost'yu v zdanii obrazovatel'nogo kompleksa // Sistemy bezopasnosti – 2018: materialy 27-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnichejskoj konferentsii. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2018. S. 259–262.

Тарасов А.Г., Карпенко К.А. Направления совершенствования...

6. Ryzhenko A.A. Vybor komponentov sistemy podderzhki upravleniya edinogo informatsionnogo prostranstva gosudarstvennoj metakorporatsii // *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2017. T. 4 (63). S. 154–159.

7. Ryzhenko A.A. Ogranicheniya form formalizatsii upravlyaemykh protsessov informatsionnogo vzaimodejstviya urovnya gosudarstvennoj metakorporatsii // *Sistemnyj analiz v ekonomike – 2016: sbornik trudov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii-bienale (Moskva, 9–11 noyabrya 2016 g.) / pod red. G.B. Klejnera, S.E. Shchetovoj*. T. 1. M.: Finansovyj universitet, 2016. S. 221–224.

8. Ryzhenko A.A. Proektirovanie algebraicheskoj formy raspredelennoj bazy pravil sistemy s avtonomnymi elementami // *Sistemnyj analiz i informatsionnye tekhnologii – 2017: trudy Sed'moj Mezhdunarodnoj konferentsii (Svetlogorsk, 13–18 iyunya 2017 g.)*. Svetlogorsk, 2017. S. 324–328.

9. Sigal A.V., Blyshchik V.F. Antagonisticheskaya igra, zadannaya v usloviyakh chastichnoj nepredelennosti // *Ekonomicheskaya kibernetika*. 2005. № 5–6 (35–36). S. 47–53.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.121

УДК 621.396

А.Г. Тарасов, К.А. Карпенко

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Проведен анализ современных учебно-тренировочных средств, применяемых для подготовки специалистов по эксплуатации ракетно-космической техники. На основании статистики отказов, произошедших при подготовке ракет космического назначения к пуску, и анализа руководящих документов, регламентирующих требования к изделиям военной техники, сформированы предложения по концептуальной модели учебно-тренировочных средств подготовки операторов автоматизированных систем подготовки и пуска ракет космического назначения.

*Ключевые слова:* учебно-тренировочные средства, подготовка специалистов, нештатные ситуации, тренажеры, концептуальная модель.

A.G. Tarasov, K.A. Karpenko

DIRECTIONS OF TRAINING FACILITIES IMPROVEMENT  
FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE OPERATION OF ROCKET  
AND SPACE TECHNOLOGY

The analysis of modern training facilities used to train specialists in the operation of rocket and space technology. Based on the statistics of failures that occurred during the preparation of space rockets for launch and the analysis of the governing documents regulating the requirements for military equipment products, proposals for a conceptual model of training facilities for operators of automated systems for the preparation and launch of space rockets were formed.

*Keywords:* training facilities, training of specialists, emergency situations, simulators, conceptual model.