

Научная статья

УДК 005.7; DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-84-98

ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ПАВОДКАМИ, НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА УЧАСТКОВ МОНИТОРИНГА ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ

Бутузов Станислав Юрьевич.

Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.

✉ **Остудин Никита Вадимович;**

Макарова Дарья Сергеевна.

Центральный аппарат МЧС России, Москва, Россия

✉ **ostudin92@mail.ru**

Аннотация. Статья представляет собой подход к комплексному решению проблем, связанных с мониторингом паводкоопасных участков, в том числе связанных с возможным ухудшением ледовой обстановки. В условиях ограниченности сил и средств, времени на принятие решений, набора управляемых характеристик системы чрезвычайно важным становится вопрос так называемого определения приворотных участков. Приоритеты могут определяться исходя из различных параметров, базируясь преимущественно на значениях риска возникновения события, учета максимально неблагоприятных последствий ущерба от наступления чрезвычайной ситуации, с учетом имеющихся ограничений и воздействия внешних факторов. В этой связи безусловной задачей становится поиск оптимального баланса формирования комплекса превентивных мероприятий, направленных на предупреждение и дальнейшее снижение вероятности возникновения чрезвычайной ситуации и последствий от его возникновения. Эта управленческая задача ложится в основу антикризисного управления сложнопрогнозируемых чрезвычайных ситуаций, связанных с паводками.

Ключевые слова: принятие решений, системный анализ, антикризисное управление, кластерный анализ, задача оптимального управления

Для цитирования: Бутузов С.Ю., Остудин Н.В., Макарова Д.С. Принятие управленческих решений при предупреждении чрезвычайных ситуаций, вызванных паводками, на основе кластерного анализа участков мониторинга ледовой обстановки // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 4. С. 84–98. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-84-98.

Scientific article

MANAGEMENT DECISION-MAKING IN THE PREVENTION OF EMERGENCIES CAUSED BY FLOODS ON THE BASIS OF CLUSTER ANALYSIS OF ICE MONITORING SITES

Butuzov Stanislav Yu.

Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.

✉ **Ostudin Nikita V.;**

Makarova Daria S.

Central office of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

✉ **ostudin92@mail.ru**

Abstract. The article is an approach to the complex solution of problems related to the monitoring of leash-hazardous areas, including those related to the possible deterioration of the ice situation. In conditions of limited forces and means, time for decision-making, a set of controlled characteristics of the system, the question of the so-called definition of love plots

becomes extremely important. Priorities can be determined based on various parameters, based mainly on the values of the risk of an event, taking into account the most adverse consequences and damage from the occurrence of an emergency, taking into account existing limitations and the impact of external factors. In this regard, the search for the optimal balance of the formation of a set of preventive measures aimed at preventing and further reducing the likelihood of an emergency and the consequences of its occurrence becomes an absolute task. This management task forms the basis of anti-crisis management of difficult-to-predict emergencies associated with floods.

Keywords: decision-making, system analysis, crisis management, cluster analysis, optimal control problem

For citation: Butuzov S.Yu., Ostudin N.V., Makarova D.S. Management decision-making in the prevention of emergencies caused by floods on the basis of cluster analysis of ice monitoring sites // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 4. P. 84–98. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-84-98.

Введение

Основу предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера составляют мероприятия по мониторингу существующей обстановки с использованием средств объективного контроля, данных дистанционного зондирования Земли из космоса или беспилотных авиационных систем. Однако зачастую возникают проблемы, связанные с выстраиванием оптимальных маршрутов мониторинга текущей обстановки, выбором рациональных сил и средств и других параметров, влияющих на принятие управленческих решений.

Выработка управленческих решений составляет ключевую роль антикризисного управления. Особенно актуально это становится, учитывая большой объем информации, связанной с ЧС природного характера. Зачастую пред лицом, принимающим решение, стоит выбор по установлению оптимального и рационального распределения сил и средств для мониторинга того или иного вида ЧС. Сложность и нетривиальность ситуаций, связанных с паводком, заключается в непредсказуемости и сложности гидрологических явлений, которые сопровождаются множеством аспектов [1]. Поэтому к каждой ситуации, связанной с паводками, нужен комплексный подход к анализу информационных потоков, циркулирующих в органе управления (рис. 1).

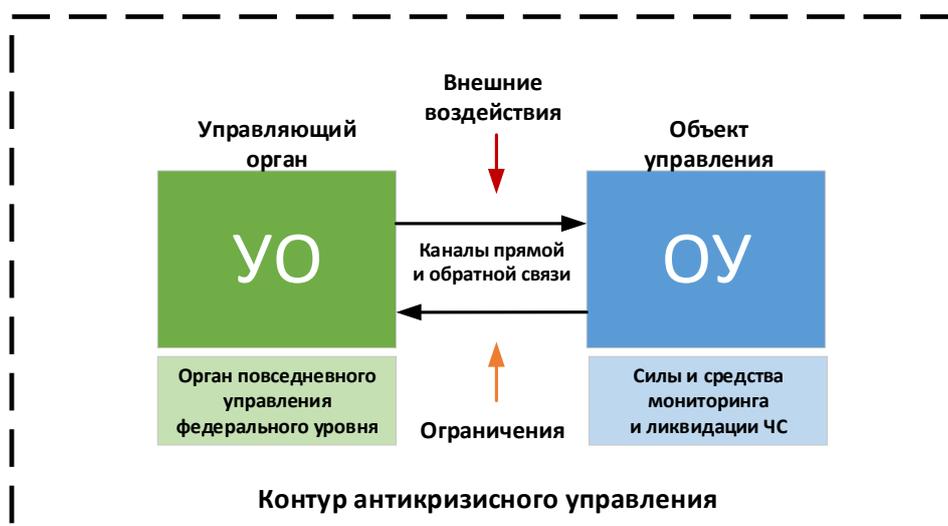


Рис. 1. Движение информационных потоков в контуре антикризисного управления

Для установления проблематики необходимо провести системный анализ системы антикризисного управления с точки зрения её функциональной составляющей. Этому способствует декомпозиция функций системы и определения параметров, обеспечивающих снижение уровня неопределённости (энтропии) при принятии управленческих решений (рис. 2) [2]. Показатели (точность, достоверность, полнота, оперативность) отражают эффективность системы антикризисного управления и представляют собой совокупность требований к элементам системы. Цель системы состоит в повышении уровня достоверности производимых расчётов на основе разрабатываемых моделей, достоверности оценки существующих рисков и соответствующего им ущерба, оптимизации применяемых сил и средств, а также сокращения времени реагирования на ЧС.

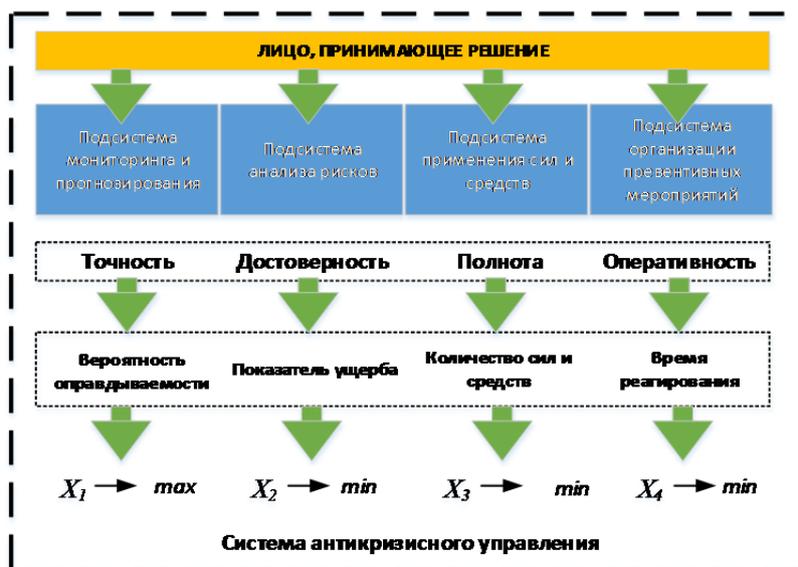


Рис. 2. Декомпозиция функций системы антикризисного управления

Динамическое описание информационных потоков в системе антикризисного управления позволяет установить взаимосвязь между входными и выходными переменными, циркулирующими в органе управления (рис. 3).

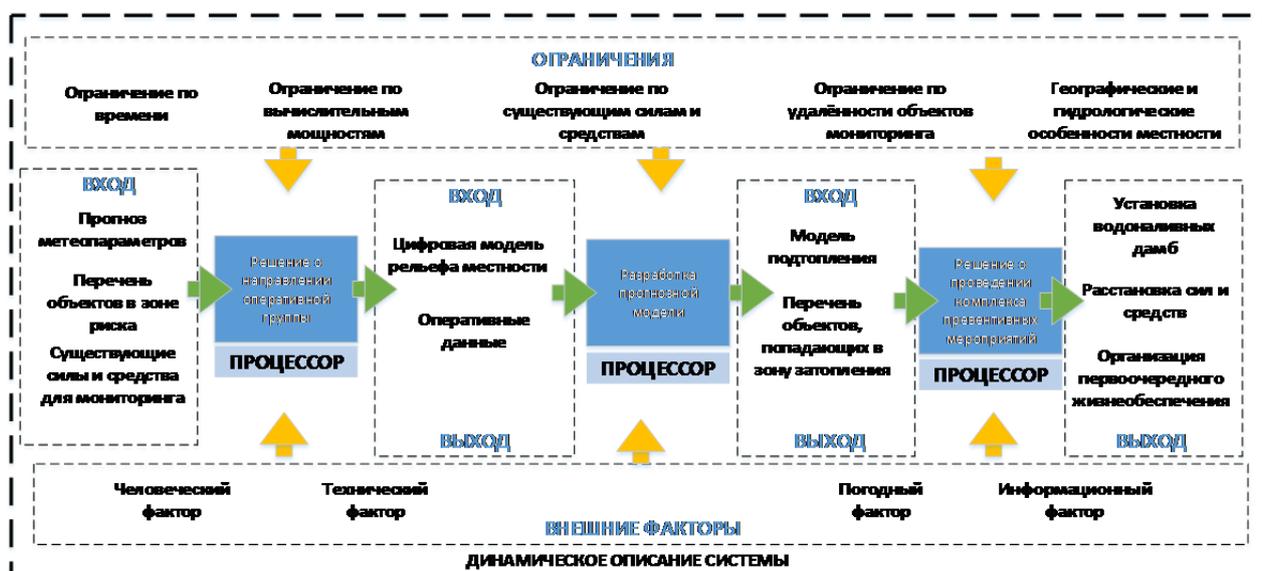


Рис. 3. Динамическое описание информационных потоков в системе антикризисного управления

Между существующими и требуемыми показателями эффективности исследуемой системы могут быть расхождения, которые приводят к существованию проблемных вопросов, требующих своего решения.

Методы решения

В первую очередь необходимо оценивать гидрологические особенности той или иной реки, а также учитывать климатические факторы, влияющие на уровень поднятия рек. Второй приоритетной задачей является определение уровня риска, связанного с подтоплением. То есть необходимо учитывать объекты, попадающие в зону подтопления, затопления с учётом возникающего материального ущерба, нарушения технологических процессов крупных промышленных производств, угроз обороноспособности и национальной безопасности Российской Федерации. Учитывая эти два фактора, принимаются решения по применению сил и средств для защиты населения и территории от ЧС. При этом речь идёт не просто о применении сил и средств, а о риск-ориентированном применении, что позволит сосредоточить внимание на критически опасных участках. В том числе, это касается мониторинга и ледовой обстановки, ухудшение которой может вызывать подтопления потенциально опасных и критически важных объектов [3].

Динамическое описание системы представляет собой формализованное представление изменения состояний систем как функций от времени. В контексте решения выявленной ранее проблемы необходимо отметить, что для достижения требуемых значений показателей эффективности системы необходимо владеть всей полнотой входных и выходных данных. При этом заметно, что определённые данные могут являться одновременно входом для одного процессора и выходом для другого. Система антикризисного управления как сложная организационно-техническая система естественно обладает ограничениями различного характера, также на неё оказывают влияние различные внешние факторы (рис. 3).

В рамках риск-ориентированного подхода к мониторингу ледовой обстановки ключевым является определение приоритетности выбора участков мониторинга для последующей выработки решений по формированию комплекса превентивных мероприятий (в том числе за счёт моделирования последствий возможного подтопления).

Проведенный анализ позволяет сделать выводы о текущем состоянии системы мониторинга паводкоопасной обстановки, связанной с появлением ледовых образований на реках Российской Федерации. Для того что бы в полной мере оценить существующее положение дел в данном вопросе, предложено концептуальное представление системы в целом (рис. 4).



Рис. 4. Концептуальная схема проводимого исследования

Результаты исследования и их обсуждение

В прибрежной зоне водных объектов находятся в большей части объекты индивидуального жилого строительства, но на отдельных участках встречаются скотомогильники, критически важные и потенциально опасные объекты. На территории Российской Федерации у водных объектов находится 93 объекта с риском подтопления, затопления (рис. 5).

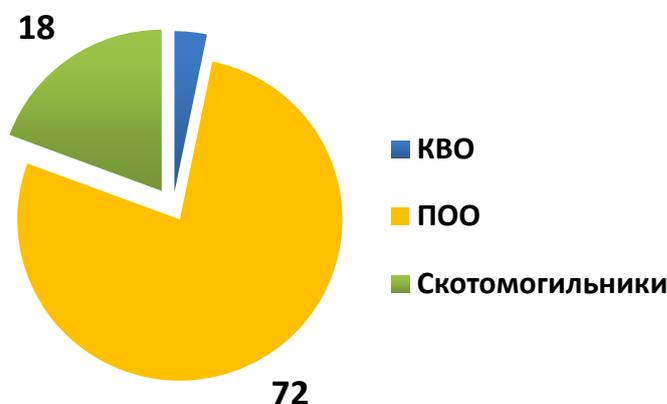


Рис. 5. Критически важные (КВО) и потенциально опасные объекты (ПОО), скотомогильники с риском затопления

Наличие скотомогильников, КВО и ПОО с риском подтопления на участке реки увеличивает прямой и косвенный материальный ущерб, который необходимо учитывать при оценке участка мониторинга [4].

С целью рационального распределения сил и средств мониторинга обстановки на реке в период весеннего паводка необходимо разделить реку на участки, в центре которых будут гидропосты (рис. 6).

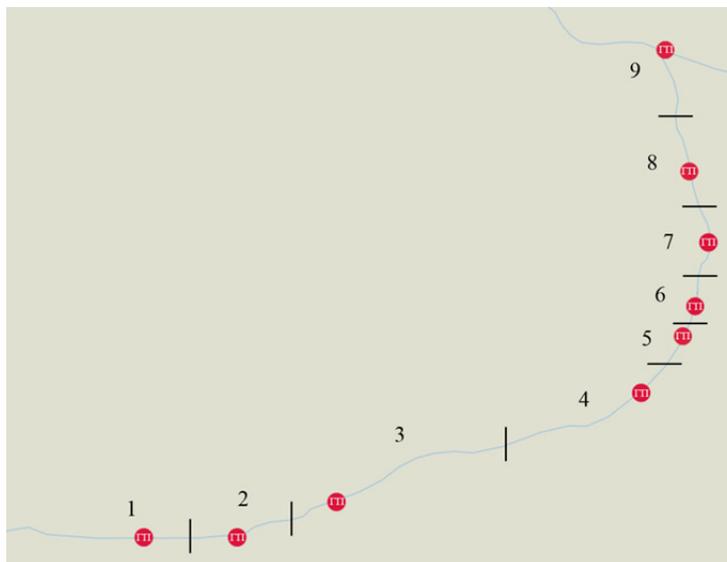


Рис. 6. Участки мониторинга

Для ранжирования участков с целью выработки приоритетов мониторинга при ограниченности ресурсов предлагается выбирать реку, по которой осуществляется принятие решения, и разбивать её на определённые кластеры, которые представляют собой набор объектов и данных. Каждый кластер может содержать в себе два типа объектов – это населённые пункты и опасные объекты, в которые входят КВО, ПОО, скотомогильники, объекты транспортной инфраструктуры, объекты топливно-энергетического комплекса. Количество объектов в кластере неограниченно. Каждый объект обладает определённым набором метаданных, отражающих уровень последствий в случае наступления неблагоприятного события (подтопления) [5]. Помимо этого, каждый кластер содержит в себе вероятностные показатели, отражающие уровень риска наступления неблагоприятного события на одном из объектов. Также каждый кластер содержит временные показатели, отражающие прогнозируемое время наступления неблагоприятного события (подтопления).

Концептуальная модель кластеризации реки с массивом данных представлена на рис. 7, значения переменных представлены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначения и значения переменных, представленных в концептуальной модели

Обозначение	Значение переменной
F_k	Номер кластера
$\{X_F, Y_F, P_{xF}, P_{yF}, T_{xF}, T_{yF}\}$	Массив объектов кластера (населённые пункты, опасные объекты*, вероятность наступления неблагоприятного события (подтопления) в населённом пункте, вероятность наступления неблагоприятного события (подтопления) на прочем объекте, прогнозируемое время наступления неблагоприятного события (подтопления) в населённом пункте, прогнозируемое время неблагоприятного события (подтопления) на прочем объекте)
X_F	Массив объектов категории «X» в кластере F (населённые пункты)
X_{Fn}	Объект категории X (населённый пункт n) кластера F
q_{nFn}	Количество людей, попадающих в зону воздействия неблагоприятного события (подтопления) кластера F населённого пункта n
q_{dFn}	Количество домов, попадающих в зону воздействия неблагоприятного события (подтопления) кластера F населённого пункта n
q_{mFn}	Объём материального ущерба в зоне воздействия неблагоприятного события (подтопления) кластера F населённого пункта n
Y_F	Массив объектов категории «Y» в кластере F (опасные объекты)
Y_{Fm}	Объект категории Y (опасный объект m) кластера F
d_{nFm}	Прямой материальный ущерб опасного объекта m кластера F
$d_{кFm}$	Косвенный материальный ущерб опасного объекта m кластера F
P_{xF}	Вероятность наступления неблагоприятного события на объекте категории X (населенные пункты) кластера F
P_{yF}	Вероятность наступления неблагоприятного события на объекте категории Y (опасные объекты) кластера F
T_{xF}	Прогнозируемое время наступления неблагоприятного события на объекте категории X (населенные пункты) кластера F
T_{yF}	Прогнозируемое время наступления неблагоприятного события на объекте категории Y (опасные объекты) кластера F

* – КВО, ПОО, скотомогильники, объекты транспортной инфраструктуры, объекты топливно-энергетического комплекса

Следующей принципиальной задачей является определение уровня значимости тех или иных данных в объектах и кластерах. Наиболее эффективным для решения этой частной задачи является метод экспертных оценок.

Оценка осуществляется четырьмя экспертами с разными уровнями компетенции R. Уровень компетенции определялся в зависимости от опыта работы, уровня образования, наличия обширного практического опыта (табл. 2).

Таблица 2

Уровни компетенции экспертов

X_F	$\mathcal{E}_1(R_1=1,33)$	$\mathcal{E}_2(R_2=0,88)$	$\mathcal{E}_3(R_3=0,64)$	$\mathcal{E}_4(R_4=0,36)$
q_{nFn}	0,7	0,6	0,8	0,9
q_{dFn}	0,2	0,3	0,1	0,1
q_{mFn}	0,1	0,1	0,1	0
Y_F	$\mathcal{E}_1(R_1=1,33)$	$\mathcal{E}_1(R_1=0,88)$	$\mathcal{E}_1(R_1=0,64)$	$\mathcal{E}_1(R_1=0,36)$
d_{nFm}	0,9	0,8	1	0,9
$d_{кFm}$	0,1	0,2	0	0,1

Высчитываются относительные оценки компетенции экспертов. Уровень компетенции каждого делится на суммарное значение всех экспертов – 3,21 ($Z_1=0,41$; $Z_2=0,27$; $Z_3=0,19$; $Z_4=0,11$).

Определение веса каждого показателя осуществляется за счёт суммы произведений экспертных оценок на относительные оценки компетентности экспертов.

$$\mu(q_{лFn})=0,7*0,41+0,6*0,27+0,8*0,19+0,9*0,11=0,287+0,162+0,152+0,099=0,7;$$

$$\mu(q_{дFn})=0,2*0,41+0,3*0,27+0,1*0,19+0,1*0,11=0,082+0,081+0,019+0,01=0,192;$$

$$\mu(q_{мFn})=0,1*0,41+0,1*0,27+0,1*0,19+0,0*0,11=0,04+0,027+0,019=0,086;$$

$$\mu(d_{нFm})=0,9*0,41+0,8*0,27+1*0,19+0,9*0,11=0,369+0,216+0,19+0,099=0,874;$$

$$\mu(d_{нFm})=0,1*0,41+0,2*0,27+0*0,19+0,1*0,11=0,041+0,054+0,011=0,106.$$

Таким образом, в ходе проведенных экспертных оценок можно сделать вывод о значимости тех или иных переменных в объектах категории X (населённые пункты) и категории Y (опасные объекты) (табл. 3).

Таблица 3

Значимость переменных

Уровень значимости в объекте	Обозначение	Значение	Вес показателя (μ)
Объекты типа X (населённые пункты)			
1	$q_{лFn}$	Количество людей в населённом пункте, в котором есть вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления)	0,7
2	$q_{дFn}$	Количество домов в населённом пункте, в котором есть вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления)	0,192
3	$q_{мFn}$	Возможный материальный ущерб в населённом пункте, в котором есть вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления)	0,086
Объекты типа Y (опасные объекты)			
1	$d_{нFm}$	Предполагаемый прямой ущерб от попадания опасного объекта в зону возникновения неблагоприятного события (подтопления)	0,874
2	$d_{нFm}$	Предполагаемый косвенный ущерб от попадания опасного объекта в зону возникновения неблагоприятного события (подтопления)	0,106

Для принятия решения по выбору приоритетного объекта мониторинга осуществляется расчёт комплексного показателя риска для каждого объекта категории X (населённые пункты) и категории Y (опасные объекты), попадающего в зону возникновения неблагоприятного события (подтопления) по следующей формуле [6]:

$$P_w(X) = (((q_{лFn} - 1) / q_{лFn}) * \mu(q_{лFn})) * (((q_{дFn} - 1) / q_{дFn}) * \mu(q_{дFn})) * (((q_{мFn} - 1) / q_{мFn}) * \mu(q_{мFn})) * P_{xF} * (1 / T_{xF});$$

$$P_w(Y) = ((d_{нFm} - 1) * \mu(d_{нFm})) * ((d_{кFm} - 1) * \mu(d_{кFm})) * P_{yF} * (1 / T_{xF}),$$

где $q_{лFn}$ – количество людей, попадающих в зону возникновения неблагоприятного события (подтопления); $q_{дFn}$ – количество домов, попадающих в зону возникновения неблагоприятного события (подтопления); $q_{мFn}$ – возможный материальный ущерб в населённом пункте, в котором есть вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления); P_{xF} – вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления) в населённом пункте; T_{xF} – предполагаемое время возникновения неблагоприятного события в населённом пункте; $d_{нFm}$ – предполагаемый прямой ущерб в случае возникновения неблагоприятного события (подтопления) на опасном объекте; $d_{кFm}$ – предполагаемый косвенный ущерб в случае возникновения неблагоприятного события (подтопления) на опасном объекте; P_{yF} – вероятность возникновения неблагоприятного события (подтопления) на опасном объекте; T_{xF} – предполагаемое время возникновения неблагоприятного события в населённом пункте.

В случае если вероятности возникновения неблагоприятных событий и время наступления событий неизвестны, то ими можно пренебречь, взяв в качестве значения вероятности единицу.

Исходя из вышеизложенного, сформируем перечень действий лицу, принимающему решение о выборе приоритетного участка мониторинга зон, подверженных весеннему половодью (рис. 8) [7]:

- 1) осуществляется выбор кластера для проведения оценки;
- 2) определяется перечень объектов категории X (населённые пункты) и категории Y (опасные объекты);
- 3) выявляются ключевые показатели, влияющие на уровень риска каждого объекта категории:
 - а) для категории X (населённые пункты):
 - количество людей в зоне подтопления;
 - количество домов в зоне подтопления;
 - возможный материальный ущерб от подтопления;
 - б) категории Y (опасные объекты):
 - прямой ущерб от попадания объекта в зону подтопления;
 - косвенный ущерб от попадания в зону подтопления;
- 4) осуществляется расчёт комплексного показателя риска для каждого объекта категории X (населённые пункты) и категории Y (опасные объекты), попадающего в зону подтопления (с учётом имеющихся данных по вероятности возникновения подтопления и прогнозируемого времени наступления события);
- 5) выстраивается приоритетность мониторинга объектов в зависимости от полученных значений (чем выше вероятностный показатель риска, тем более оперативно необходимо осуществлять реагирование на данный объект) [9];
- 6) после пересчета значений в категориях может быть осуществлено сравнение показателей в кластере. Аналогичным образом может быть осуществлено значение показателей между кластерами.

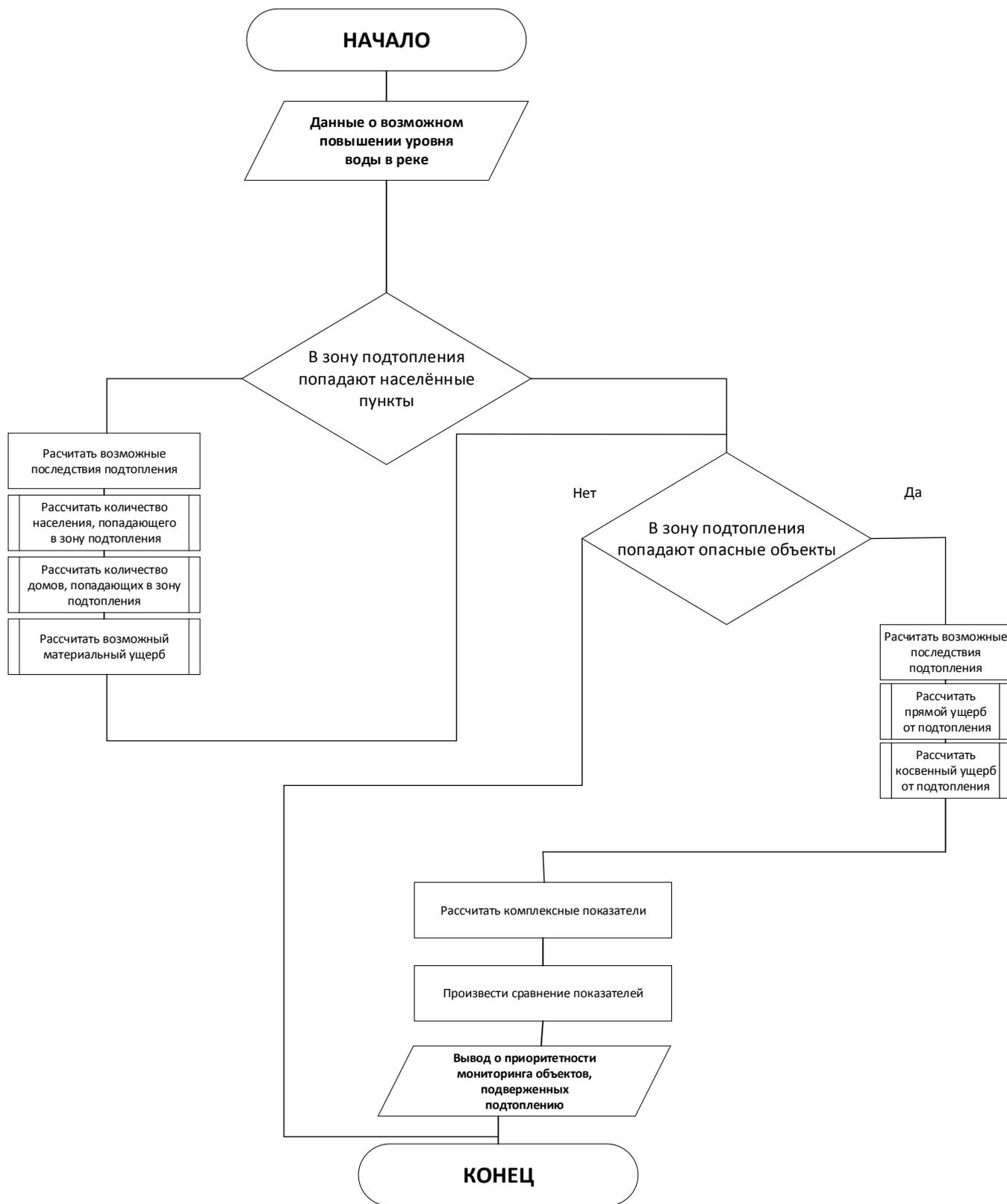


Рис. 8. Определение приоритетности в категории

На рис. 9–11 представлены примеры определения соответствующей приоритетности по заявленному выше принципу, начиная с категории (рис. 9), [9] далее в кластере (рис. 10), далее между кластерами (рис. 11).

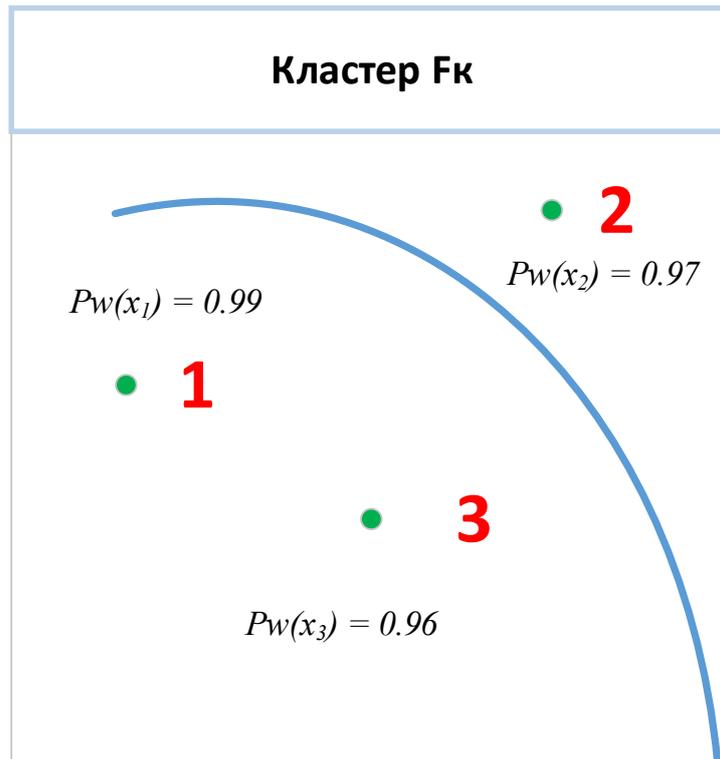


Рис. 9. Определение приоритетности в категории

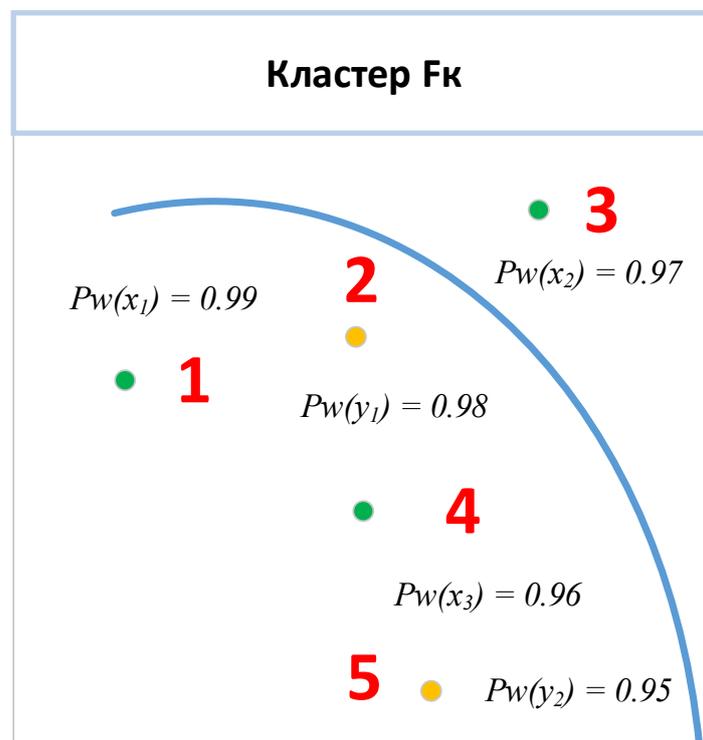


Рис. 10. Определение приоритетности в кластере

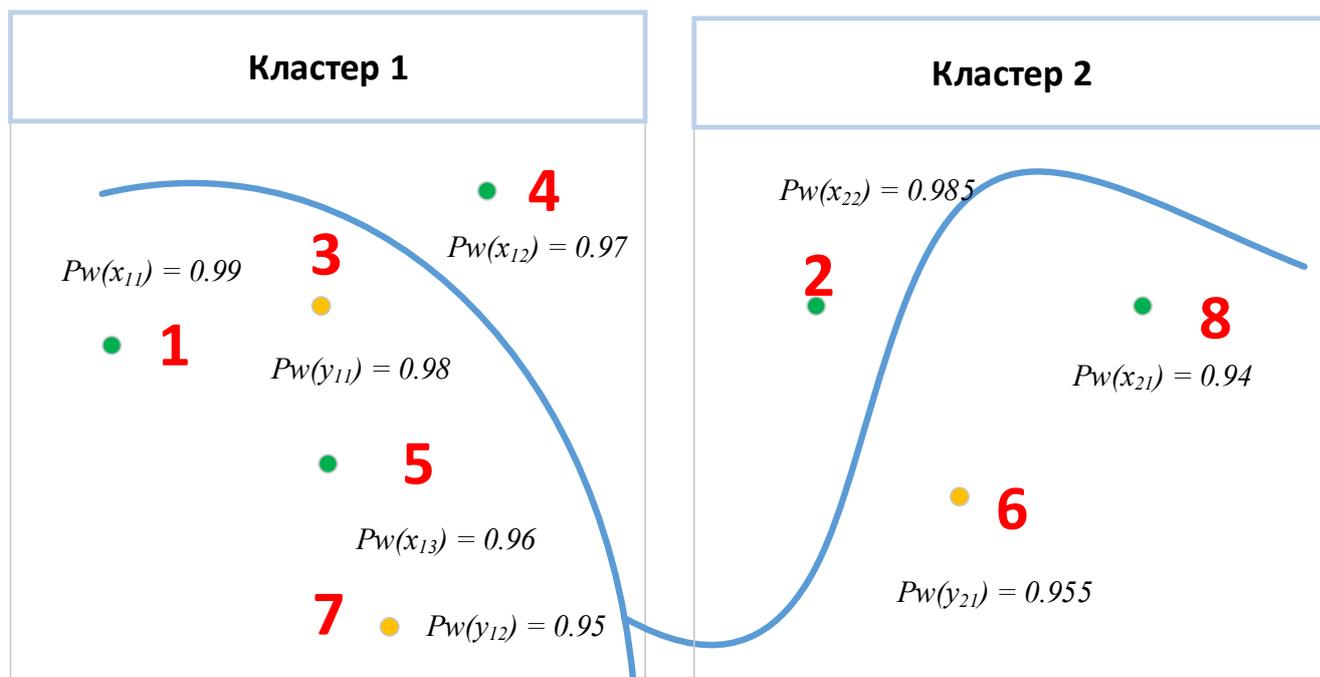


Рис. 11. Определение приоритетности между кластерами

Заключение

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей алгоритмизации и программной интерпретации инструментов, обеспечивающих полноту и своевременность информации, способствующих повышению обоснованности принимаемых решений в кризисных ситуациях [10]. В дальнейшем представляется возможным проведение более детальных исследований в области анализа зависимостей между полнотой и достоверностью информации, полученной в ходе мониторинга, и прямым материальным ущербом, возникающим в ходе ухудшения паводковой обстановки, в том числе вызванной заторами.

Список источников

1. Антюхов В.И., Остудин Н.В., Сорока А.В. Методика выявления перечня задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 4. С. 63–76.
2. Онов В.А. Модель информационной поддержки принятия решения при оценке деятельности сотрудников МЧС России // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 2. С. 5–13.
3. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Алгоритмизация деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 2 (72). С. 220–228.
4. Антюхов В.И., Остудин Н.В., Сорока А.В. Методика анализа информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 18–28.
5. Крупкин А.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. Программное обеспечение системы поддержки принятия решений по управлению силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 4 (36). С. 75–81.
6. Присяжнюк Н.Л., Шишков Ю.А. Оценка пожарного риска территории Красноярского края: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. М.: АГПС МЧС России, 2018.

7. Водахова В.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. Комплексная математическая модель процесса управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 2 (34). С. 85–96.

8. Иванов А.Ю., Скребов В.Н., Алексеева Е.В. Анализ существующих систем поддержки принятия решений и их информационного базиса // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 4 (20). С. 120–129.

9. Крупкин А.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. Методика оценки эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 4. С. 30–34.

10. Максимов А.В. Анализ оперативной деятельности подразделений ГПС МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 1 (13). С. 67–73.

References

1. Antyuhov V.I., Ostudin N.V., Soroka A.V. Metodika vyyavleniya perechnya zadach intellektual'noj podderzhki deyatel'nosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situatsiyah MCHS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2016. № 4. S. 63–76.

2. Onov V.A. Model' informacionnoj podderzhki prinyatiya resheniya pri ocenke deyatel'nosti sotrudnikov MCHS Rossii // Pozharovzryvobezопасnost'. 2017. T. 26. № 2. S. 5–13.

3. Antyuhov V.I., Ostudin N.V. Algoritmizatsiya deyatel'nosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situatsiyah MCHS Rossii // Tekhnologii tekhnosfernoj bezопасnosti. 2017. № 2 (72). S. 220–228.

4. Antyuhov V.I., Ostudin N.V., Soroka A.V. Metodika analiza informacionnoj potrebnosti dolzhnostnyh lic centrov upravleniya v krizisnyh situatsiyah MCHS Rossii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2016. № 4 (20). S. 18–28.

5. Krupkin A.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. Programmnoe obespechenie sistemy podderzhki prinyatiya reshenij po upravleniyu silami i sredstvami garnizona pozharnoj ohrany // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2015. № 4 (36). S. 75–81.

6. Prisyazhnyuk N.L., Shishkov Yu.A. Ocenka pozharnogo riska territorii Krasnoyarskogo kraya: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: AGPS MCHS Rossii, 2018.

7. Vodahova V.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. Kompleksnaya matematicheskaya model' processa upravleniya silami i sredstvami garnizona pozharnoj ohrany // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2015. № 2 (34). S. 85–96.

8. Ivanov A.Yu., Skrebov V.N., Alekseeva E.V. Analiz sushchestvuyushchih sistem podderzhki prinyatiya reshenij i ih informacionnogo bazisa // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2011. № 4 (20). S. 120–129.

9. Krupkin A.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. Metodika ocenki effektivnosti upravleniya silami i sredstvami garnizona pozharnoj ohrany // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 4. S. 30–34.

10. Maksimov A.V. Analiz operativnoj deyatel'nosti podrazdelenij GPS MCHS Rossii // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2015. № 1 (13). S. 67–73.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 10.10.2023; одобрена после рецензирования: 25.11.2023;
принята к публикации: 25.12.2023

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 10.10.2023; approved after review: 25.11.2023;
accepted for publication: 25.12.2023

Сведения об авторах:

Бутузов Станислав Юрьевич, профессор кафедры информационных технологий в составе учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), доктор технических наук, e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru, SPIN-код: 4642-9955

Остудин Никита Вадимович, начальник отдела пространственных данных Центрального аппарата МЧС России (109012, Москва, ул. Театральная, д. 3), кандидат технических наук, e-mail: ostudin92@mail.ru, SPIN-код: 4059-6056

Макарова Дарья Сергеевна, инспектор отдела пространственных данных Центрального аппарата МЧС России (109012, Москва, ул. Театральная, д. 3), e-mail: eedasha@yandex.ru, SPIN-код: 9672-6400

Information about the authors:

Butuzov Stanislav Yu., professor of the department of information technologies as part of the educational and scientific complex of automated systems and information technologies of the Academy of State fire service of EMERCOM of Russia (129366, Moscow, str. Boris Galushkin, 4), doctor of technical sciences, e-mail: butuzov_s_yu@mail.ru, SPIN: 4642-9955

Ostudin Nikita V., head of the spatial data department Central office of EMERCOM of Russia (109012, Moscow, Teatralnaya str., 3), PhD in technical sciences, e-mail: ostudin92@mail.ru, SPIN: 4059-6056

Makarova Darya S., inspector of the spatial data department Central office of EMERCOM of Russia (109012, Moscow, Teatralnaya str., 3), e-mail: eedasha@yandex.ru, SPIN: 9672-6400