

Методическое обеспечение мероприятий по защите населения и территорий от быстроразвивающихся природных процессов и явлений

Акимов В.А., д. т. н., проф., заслуженный деятель науки Российской Федерации, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), гл. н. с. института, г. Москва, Россия

SPIN-код: 8120-3446

Бедило М.В., к. в. н., доц., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), начальник института, г. Москва, Россия

SPIN-код: 5524-2038

Иванова Е.О., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с. н. с. науч.-исслед. отдела, г. Москва, Россия

SPIN-код: 5483-4886

Аннотация

В статье рассмотрено методическое обеспечение прогнозирования быстро развивающихся природных процессов, вызванных опасными гидрологическими явлениями, опасными метеорологическими явлениями, опасными геофизическими явлениями и крупными природными пожарами.

Ключевые слова: методическое обеспечение; быстроразвивающиеся природные процессы и явления; опасные гидрологические явления; опасные метеорологические явления; опасные геофизические явления; крупные природные пожары; прогнозирование и моделирование.

Введение

Согласно [1] «быстроразвивающиеся опасные природные явления и техногенные процессы — это негативные явления и процессы, определенные в ходе прогнозирования угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), локализация и ликвидация которых требуют

заблаговременной подготовки сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

По степени катастрофичности в Российской Федерации можно выделить следующие ЧС природного характера [2, 3], источниками которых являются быстроразвивающиеся опасные природные процессы и явления, такие как: «опасные гидрологические явления, опасные метеорологические явления, опасные геофизические явления, крупные природные пожары».

1. Опасные гидрологические явления [4]

«Источниками природных ЧС являются опасные гидрологические явления и процессы, такие как наводнения, цунами, сели, лавины. Среди них наиболее катастрофичными (по количеству погибших, пострадавших людей и материальному ущербу) являются наводнения» [5].

В [6] в качестве математической основы моделирования наводнений используются байесовские классификаторы.

Например, максимально допустимый среднесезонный уровень подъема воды в наблюдаемой реке-створе ($Z^{\text{мп}}$, м) за период не менее 5 лет определяется по формуле:

$$Z^{\text{мп}} = \varepsilon_{\text{cc}} + k_f + \sum_1^y (\varepsilon_{\text{cc}} - \varepsilon_{\text{т}}), \quad (1)$$

где:

$\varepsilon_{\text{т}}$ — текущий уровень подъема воды в наблюдаемой реке-створе, м;

ε_{cc} — среднесезонный уровень подъема воды в наблюдаемой реке-створе, определяемый по историческому ряду наблюдений, м;

k_f — расчетный коэффициент, равный 1/3 от среднесезонного уровня подъема воды в наблюдаемой реке-створе до отметки «неблагоприятное явление», м;

y — количество анализируемых суточных наблюдений, по которым проводится оценка с начала периода ледохода (периода повышенного уровня воды) до даты регистрируемого наблюдения, ед.

2. Опасные метеорологические явления [7]

«Источниками природных ЧС являются опасные метеорологические явления и процессы (ОЯ), такие как сильный ветер, вихрь, ураган, циклон, тайфун, шторм, смерч, шквал, продолжительный дождь, гроза,

ливень, град, сильный снегопад, ледяной дождь, гололед, сильная метель, туман, пыльная буря, волны тепла или холода, суховей, засуха [8].

Проблема предсказуемости ОЯ стала осознаваться уже после первых численных экспериментов по моделированию эволюции атмосферы на долгие сроки. Еще в 50-х годах было показано, что сколь угодно малые погрешности задания начальных данных для расчета прогноза с течением времени трансформируются в большие ошибки» [9].

Типовой перечень и критерии метеорологических опасных явлений, разработанный с учетом рекомендаций ВМО [10], приведен в таблице.

Таблица

Типовой перечень метеорологических ОЯ и их критерии

Наименование ОЯ	Характеристика и критерий ОЯ
А.1 Очень сильный ветер	Ветер с максимальной скоростью 25 м/с и более, на побережьях морей и в горных районах — 35 м/с и более
А.2 Ураганный ветер	Ветер при достижении скорости 33 м/с и более
А.3 Шквал	Резкое кратковременное (в течение нескольких минут, но не менее 1 мин) усиление ветра до 25 м/с и более
А.4 Смерч	Сильный маломасштабный вихрь в виде столба (воронки), направленный от облака к подстилающей поверхности
А.5 Очень сильный дождь	Дождь и приравненные к нему смешанные осадки с количеством 50 мм и более, в селеопасных горных районах — с количеством 30 мм и более за период времени не более 12 ч
А.6 Сильный ливень	Сильный ливневый дождь с количеством выпавших осадков 30 мм и более за период не более 1 ч
А.7 Продолжительный сильный дождь	Дождь с количеством осадков не менее 100 мм и более (в селеопасных горных районах с количеством осадков 60 мм и более) за период времени 48 ч и менее или 120 мм и более за период времени более 48 ч
А.8 Очень сильный снег (снегопад)	Снег (снегопад) с количеством 20 мм и более за период времени 12 ч и менее
А.9 Крупный град	Град диаметром 20 мм и более
А.10 Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности, часто сопровождаемый выпадением снега из облаков, сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м, продолжительностью не менее 12 ч

Наименование ОЯ	Характеристика и критерий ОЯ
А.11 Сильная пыльная (песчаная) буря	Перенос пыли (песка) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м, продолжительностью не менее 12 ч
А.12 Сильный туман (сильная мгла)	Сильное помутнение воздуха за счет скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения) с метеорологической дальностью видимости не более 50 м, продолжительностью не менее 12 ч
А.13 Сильное гололедно - изморозевое отложение	Диаметр отложения на проводах гололедного станка: гололеда – не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега – не менее 35 мм; изморози – не менее 50 мм
А.14 Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает установленного для этой территории опасного значения или ниже его
А.15 Сильная жара	В период с мая по август значение максимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории или выше его
А.16 Аномально холодная погода	В период с октября по март в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха ниже климатической нормы на 7 °С и более
А.17 Аномально жаркая погода	В период с апреля по сентябрь в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 7 °С и более
А.18 Заморозок	Понижение температуры воздуха и/или поверхности почвы (травостоя) до значений ниже 0°С на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельскохозяйственных культур или уборки урожая, приводящее к их повреждению и/или частичной гибели урожая сельскохозяйственных культур
А.19 Чрезвычайная пожарная опасность	Пятый класс показателя пожарной опасности (10 000 °С и более), рассчитанного формуле Нестерова)
А.20 Сход снежных лавин	Сход крупных лавин, наносящий значительный ущерб хозяйственным объектам или создающий опасность населенным пунктам

3. Опасные геофизические явления [11]

«Источниками природных ЧС являются опасные геофизические явления и процессы, такие как землетрясение, вулкан, обвал, оползень, карст. Среди них наиболее катастрофичными (по количеству погибших, пострадавших людей и материальному ущербу) являются землетрясения» [5].

«В Российской Федерации сейсмоактивные зоны охватывают обширные районы Дальнего Востока, Забайкалья, Северного Кавказа, где интенсивность землетрясений может достигать девяти баллов» [12, 13]. «Главными причинами несчастных случаев и гибели людей являются вторичные факторы землетрясения» [14].

В [15] для прогнозирования таких ЧС предложены методы статистической обработки данных, основанные на теореме Байеса.

Магнитуду землетрясения (M) по инструментальным данным, полученным по поверхностным волнам (M_s), следует определять, исходя из условий:

$$M = \begin{cases} M_s, & \text{при } h \leq 70 \\ M_s + 0,8, & \text{при } >70 \end{cases}, \quad (2)$$

где:

h — глубина эпицентра землетрясения, км;

M_s — магнитуда землетрясения по шкале Рихтера.

4. Крупные природные пожары

В [16] в качестве математической основы моделирования лесных пожаров предложены байесовские классификаторы.

В этом случае площадь лесного пожара ($S_{\text{ЛП}}$, га) через время, соответствующее шагу прогноза, рекомендуется определять по формуле:

$$S_{\text{ЛП}} = n_1 \cdot S_{\text{ЛП}}^{1B} + m_1 \cdot S_{\text{ЛП}}^{1Cp}, \quad (3)$$

где:

$S_{\text{ЛП}}^{1B}$ — площадь ячейки матрицы регулярной сетки с высоким уровнем угрозы по гипотезе № 1, га;

$S_{\text{ЛП}}^{1Cp}$ — площадь ячейки матрицы регулярной сетки со средним уровнем угрозы по гипотезе № 1, га;

n_1 — количество ячеек матрицы регулярной сетки с высоким уровнем угрозы по гипотезе № 1, ед.;

m_1 — количество ячеек матрицы регулярной сетки со средним уровнем угрозы по гипотезе № 1, ед.

Под «гипотезой № 1» понимается вероятность распространения лесного пожара на контролируемой территории в течение суток через каждые 3 часа.

Заключение

Таким образом, в статье представлены научные основы прогнозирования наиболее катастрофичных чрезвычайных ситуаций природного характера, источниками которых являются быстроразвивающиеся опасные природные процессы и явления, такие как: опасные гидрологические явления; опасные метеорологические явления; опасные геофизические явления и крупные природные пожары.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 4 ноября 2022 г. № 417-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О гражданской обороне» и статьи 1 и 14 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»».
2. Акимов В.А. Исследование чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера современными научными методами / В.А. Акимов, М.В. Бедило, С.П. Суцев. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. 179 с. ISBN978-5-93970-249-2.- EDN: WUKXKC.
3. Акимов В.А. Приложения общей теории безопасности к исследованию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 5. С. 13–28. DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.5.2.13. EDN: LRYKFU.
4. Акимов В.А. Опасные гидрологические явления и процессы как источники чрезвычайных ситуаций природного характера: вербальная модель / В.А. Акимов, М.В. Бедило, С.П. Суцев // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 4 (70). С. 4–8. DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.4.70.1.4. EDN: EVUUFA.

5. Государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2010–2019 годах. М.: МЧС России. 2011–2022.
6. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка «Безопасный город» / В.А. Акимов, А.В. Мишурный, О.В. Якимюк и др. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. 315 с. ISBN 978-5-93970-278-2. EDN: MGXNYI.
7. Акимов В.А. Опасные метеорологические явления и процессы как источники чрезвычайных ситуаций природного характера: вербальная модель / В.А. Акимов, М.В. Бедило, С.П. Суцев // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18, № 4 (70). С. 14–18. DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.4.70.3.14. EDN: QFYBPS.
8. ГОСТ Р 22.0.03-2020. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
9. Акимов, В.А. Нелинейная наука для исследования аварий, катастроф и стихийных бедствий / В.А. Акимов, С.Л. Диденко, И.Ю. Олтян. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. 134 с. ISBN 978-5-93970-250-8.- EDN: GYVVPY.
10. ВМО № 834. Руководство по практике метеорологического обслуживания населения. Второе издание. Женева-Швейцария: Секретариат Всемирной метеорологической организации, 2000.
11. Акимов В.А. Опасные геофизические явления и процессы как источники чрезвычайных ситуаций природного характера: модель среднесрочного прогнозирования землетрясений / В.А. Акимов, М.В. Бедило, Е.О. Иванова // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 1 (71). С. 20–23. DOI 10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71.4.20. EDN: QICTLF.
12. Россия в борьбе с катастрофами: В 3-х кн. Кн. 1. / С.К. Шойгу, Ю.Л. Воробьев, А.Н. Сахаров; под общ. ред. С.К. Шойгу; редак.: Ю.Л. Воробьев, А.Н. Сахаров. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2007. 288 с. ISBN 978-5-89644-094-9. EDN: UCSUDV.
13. Россия в борьбе с катастрофами: В 3-х кн. Кн. 2 / С.К. Шойгу, Ю.Л. Воробьев, А.Н. Сахаров и др.; под общ. ред. С.К. Шойгу; редак.: Ю.Л. Воробьев, А.Н. Сахаров. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2007. 272 с. ISBN 978-5-89644-095-6. EDN: UCSUFT.
14. Акимов В.А. Научные основы общей теории безопасности жизнедеятельности / В.А. Акимов, С.Л. Диденко, А.С. Смирнов; под ред. А.П. Чуприяна; МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. 252 с. ISBN 978-5-93970-238-6. EDN: MNLJYX.
15. ПНСТ 763-2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Прогнозирование землетрясений. Общие требования.

16. Акимов В.А. Классические и постнеклассические методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера / В.А. Акимов, М.В. Бедило // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти ч., Москва, 1 марта 2023 года. Ч. I. М.: АГПС МЧС России, 2023. С. 20–27. EDN: YAVGTG.