

## ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РИСКОВ И УПРАВЛЕНИЕ УГРОЗАМИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Джумакулова Камила Абдурахмановна (Института гражданской защиты  
МЧС Республики Узбекистан)

### NATURAL RISK ASSESSMENT AND EMERGENCY THREAT MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Djumakulova Kamila Abduraxmanovna (Institute of Civil Protection of the  
Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan)

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются угрозы для жизнедеятельности, обусловленные природными явлениями на территории Республики Узбекистан. Анализируются пространственные, временные и энергетические характеристики опасных природных явлений, таких как землетрясения, ураганы, лесные пожары и грозовая активность. Предложены математические модели для оценки индивидуального риска и прогнозирования числа пострадавших. Рассматриваются методы расчета воздействия поражающих факторов природных явлений на объекты инфраструктуры, а также особенности мониторинга и прогнозирования пожаров на полях и в лесах. Полученные результаты могут быть использованы для разработки рекомендаций по снижению природных рисков и повышению безопасности жизнедеятельности.

**Ключевые слова:** природные явления, природные риски, безопасность жизнедеятельности, математическое моделирование, мониторинг, прогнозирование, землетрясения, ураганы, лесные пожары, грозовая активность.

**Annotatsiya:** ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasi hududidagi tabiat hodisalarining hayotga tahdidlari haqida so'z boradi. Zilzilalar, bo'ronlar, o'rmon yong'inlari va chaqmoq faolligi kabi tabiiy xavflarning fazoviy, vaqt va energiya xususiyatlari tahlil qilinadi. Shaxsiy xavfni baholash va qurbonlar sonini bashorat qilish uchun matematik modellar taklif etiladi. Tabiiy hodisalarining zarar etkazuvchi omillarining infratuzilma ob'ektlariga ta'sirini hisoblash usullari, shuningdek, dalalar va o'rmonlarda yong'inlarni kuzatish va prognozlash xususiyatlari ko'rib chiqiladi. Olingan natijalar tabiiy xavflarni kamaytirish va hayot xavfsizligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish uchun ishlatilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** tabiiy hodisalar, tabiiy xavflar, hayot xavfsizligi, matematik modellashtirish, monitoring, prognozlash, zilzilalar, bo'ronlar, o'rmon yong'inlari, momaqaldiroq faolligi.

**Annotation:** this article examines threats to life caused by natural phenomena in the Republic of Uzbekistan. Spatial, temporal and energy characteristics of hazardous natural phenomena such as earthquakes, hurricanes, forest fires and thunderstorm activity are analyzed. Mathematical models for assessing individual risk and predicting the number of victims are proposed. Methods for calculating the impact of damaging factors of natural phenomena on infrastructure facilities, as well as features of monitoring and forecasting fires in fields and forests are considered. The results obtained can be used to develop recommendations for reducing natural risks and improving life safety.

**Keywords:** natural phenomena, natural risks, life safety, mathematical modeling, monitoring, forecasting, earthquakes, hurricanes, forest fires, thunderstorm activity.

**Введение.** Современные природные явления представляют собой серьезную угрозу для жизнедеятельности населения и функционирования инфраструктуры. Влияние этих явлений определяется не только их интенсивностью и частотой, но и географическими, социально-экономическими, а также экологическими факторами, характеризующими территорию. Республике Узбекистан, как и многим другим регионам мира, свойственны специфические природные опасности, такие как землетрясения, ураганы, лесные пожары и грозовая активность. Их проявления могут приводить к значительным потерям среди населения, разрушению инфраструктуры и экономическим убыткам.

Изучение природных угроз и разработка методов их прогнозирования, мониторинга и минимизации последствий являются важнейшими задачами в обеспечении устойчивого развития территорий. Особую актуальность приобретают вопросы математического моделирования угроз, пространственно-временного анализа зон поражения, а также разработки мер по снижению риска для населения и объектов инфраструктуры [1].

Степень угрозы для жизнедеятельности на рассматриваемой территории зависит от степени природной опасности, а также географического фактора размещения населенных пунктов по отношению к источникам природной опасности [2]. Для опасных природных явлений характерно распределение не только во времени, но и в пространстве (расположение очага, размер зоны действия его поражающих факторов). Характеристиками природной опасности территории для жизнедеятельности в общем случае являются:

характерные для рассматриваемой территории виды опасных (неблагоприятных и экстремальных) природных явлений;

пространственное распределение мест развития (возможного возникновения) природных явлений;

их временные характеристики (повторяемость);

энергетические характеристики (сила).

Рассмотрим экстремальное природное явление со случайным местоположением и моментом возникновения на территории площадью  $S$ ,

конечным размером зоны действия поражающих факторов (площадь зоны действия опасных факторов Экстремального природного явления с силой, не менее заданной, равна  $S_{пф}$ ). Не все объекты техносферы на рассматриваемой территории в случае реализации экстремального природного явления попадают в зону действия его поражающих факторов. Показатель угрозы воздействия поражающих факторов от  $i$ -го экстремального природного явления на произвольный объект техносферы, постоянно размещенный на рассматриваемой территории (для перемещающихся объектов необходимо еще учитывать временной фактор) характеризуется произведением  $\lambda_{эпф}$ , где  $\lambda_{эпф}$   $\alpha_{пфi}$ , где  $\lambda_{эпф}$  -интенсивность экстремальных природных явлений  $i$ -го вида с силой, не менее заданной.

Доля  $\alpha_{пфi}$  объектов, подвергающихся в год воздействию поражающих факторов В случае возникновения  $i$ -го экстремального природного явления (угрозе разрушения), от их общего числа может быть определена расчетным методом. Если полагать, что размеры объекта инфраструктуры много меньше зоны действия поражающих факторов  $S_{пф}$ ; объекты инфраструктуры и возможные зоны действия поражающих факторов распределены по территории равномерно; каждый объект уязвим только к поражающим факторам от одного из источников опасности; объекты инфраструктуры являются стационарными и постоянно находятся на рассматриваемой территории (временной фактор не учитывается). Если события воздействия поражающих факторов на произвольный объект за рассматриваемый интервал времени являются редкими, то

$$\alpha_{пфi} = \frac{S_{пф} U S}{S}$$

где  $S$  - площадь рассматриваемой территории. Так, для условий Республики Узбекистан

$S_{пф}$  составляет:

7-балльная зона для землетрясений при магнитуде  $M = 5 - 300 \text{ км}^2$ ,

при  $M = 8 - 6 000 \text{ км}^2$

ураганов — до  $0.2 \cdot 10^9 \text{ км}^2$  (полоса ветра со скоростью более 20 м/с шириной до сотен км и длиной до 1 000 км);

пожаров на полях или лесах -  $0,8 \text{ км}^2$  (средняя за 2010 г.).



Рис.1. Схематичная карта природных рисков

Природные явления представляют угрозу для населения только в том случае, если оно проживает в районах развития неблагоприятных природных явлений и возникновения экстремальных природных явлений. Таким образом, для оценки угрозы районы развития (возникновения) их явлений и проживания населения должны быть совмещены. Это удобно делать на картографической основе, в частности, с использованием геоинформационных систем (электронных карт).

Для оценки угрозы для населения на карте должны быть приведены как характеристики опасности, так и характеристики застройки, плотность населения,

Так, для целей строительства разрабатывают карты зон затопления разной частоты. Зона затопления - это территория, временно покрываемая водой, когда расход реки превышает пропускную способность и вода выходит из берегов.

Площадь зоны действия поражающих факторов зависит от силы экстремального природного явления и стойкости застройки к воздействию поражающих факторов экстремального природного явления.

Если принять допущение, что экстремальные природные явления распределены по территории с равной повторяемостью равномерно, то повторяемости природных явлений определенного вида и силы, площади зоны действия его поражающих факторов, плотности застройки и населения можно прогнозировать (делать априорные оценки) математическое ожидание числа пострадавших и погибших в стихийных бедствиях для определенного административно-территориального образования в год. Поделив математическое ожидая числа погибших на численность населения, получим

индивидуальный риск. По этой величине можно сравнивать территории по природному риску в интересах принятия мер по его снижению.

Источником природно-техногенной опасности на некоторой территории могут являться происходящие на ней экстремальные природные явления и эксплуатирующиеся потенциально опасные объекты. Рассмотрим в качестве источника опасности грозовую деятельность на некоторой территории, а в качестве объекта угрозы - эксплуатирующиеся на ней потенциально опасные объекты. Реализация этой угрозы может привести к природно- техногенным авариям (катастрофам).

Рассмотрим определение угрозы для перевозимых опасных грузов (объектов) от грозовых разрядов. Удар молнии является одной из аварийных ситуаций с перевозимыми опасными грузами (объектами).

Оценим частоту грозовых разрядов на объект в типовых условиях его перевозки (транспортирования).

Рассмотрим район эксплуатации объекта, характеризуемый в среднем  $\lambda$  грозовыми разрядами в году на  $1 \text{ км}^2$  В эксплуатации находятся  $N$  однотипных образцов объекта. Будем полагать, что объект подвергается действию грозовых разрядов только при его транспортировке (перемещениях).

Пусть для рассматриваемого района сезон гроз составляет  $T$  дней в году, а доля времени нахождения объекта на этапе транспортирования определяется коэффициентом  $K_m$ . Таким образом, средняя наработка одного объекта в сезон гроз составляет:

$$T_o = K_m T \text{ (дней)}.$$

Событие аварии объекта является сложным и наступает при совместной реализации двух событий:

воздействия грозового разряда на объект в течение заданного времени ( $\Delta t = 1$  год), характеризуемого математическим ожиданием числа

$$a_g(\Delta t) = \lambda_g \Delta t;$$

разрушения или преждевременного срабатывания объекта одноразового применения в результате воздействия грозового разряда, характеризуемого условной вероятностью 4.

Тогда математическое ожидание числа аварий объекта вычисляется: а

$$a_a(\Delta t) = a_g(\Delta t)q;$$

Величина  $q$  определяется соотношением силы разряда и устойчивости объекта к поражающему действию разряда.

Примем следующие допущения:

распределение числа грозовых разрядов по площади района эксплуатации объекта является равномерным;

местные предметы в непосредственной близости от маршрутов транспортировки отсутствуют;

график перевозок (перемещений) объектов и случайный поток гроз являются независимыми процессами (перемещения объекта не связано с прогнозом грозы);

принимаемые специальные меры защиты объекта от воздействия грозовых разрядов не учитываются.

Получим соотношения для расчета числа аварий  $a(\Delta t)$  в результате удара молнии по произвольному объекту из совокупности, находящейся в эксплуатации.

Малая частота грозовых разрядов на перевозимые (перемещающиеся объекты), снижаемая к тому же принимаемыми мерами защиты, не позволяет оценить ее по статистике разрядов с учетом конкретных условий их эксплуатации. Поэтому рассмотрим теоретическую модель, учитывающую основные влияющие факторы, различающиеся для районов эксплуатации и типов объектов. Основными факторами, влияющими на величину  $a_e(\Delta t)$  являются:

интенсивность грозовой деятельности в районе перемещения объектов; временной — фактор, учитывающий — вероятность — события  $A_1$  транспортирования (перемещения) объекта в сезон гроз (или математическое ожидание числа транспортируемых объектов);

пространственный фактор, определяющий условную вероятность попадания молнии в объект (события  $A_2$ ) при условии его транспортировки в сезон гроз;

принятая стратегия транспортирования (перемещений) по отношению к учету прогноза гроз.

Интенсивность грозовой деятельности различается по территории Ташкентской области от минимальной на северо-западе страны и увеличивается по мере приближения к южным районам. Грозовую интенсивность принято характеризовать:

числом грозовых дней в году;

средней продолжительностью  $t$  гроз в часах, приходящихся на 1 год.

Средняя продолжительность гроз за один грозовой день на территории Ленинградской области составляет 1,5-2 часа. Будем пользоваться последней характеристикой, так как число ударов молнии по объектам на поверхности земли зависит не от числа гроз, а от их общей продолжительности.

Для оценки частоты поражения молнией различных объектов используется среднее число грозовых разрядов на  $1 \text{ км}^2$  площади в год, вычисляемое по эмпирическому соотношению [4]:

$$\lambda = 0.067\tau.$$

Грозовые разряды в районе перемещений опасных объектов являются случайными событиями - реализациями нестационарного случайного процесса. В сезон гроз длительностью 7 дней будем полагать его стационарным (интенсивность грозовых разрядов является постоянной), ординарным (вероятность за малый промежуток времени двух и более

разрядов мала по сравнению с одним разрядом, Т. € два разряда не могут попасть в один и тот же объект) и с отсутствием последствия (вероятность грозового разряда не зависит от числа и моментов уже произошедших грозовых разрядов, т. е. после удара молнии интенсивность грозовых разрядов не изменяется).

Такой случайный поток грозовых разрядов является простейшим пуассоновским, для которого случайное число  $\xi$  грозовых разрядов, происходящих в течение времени  $\Delta t$  на  $1 \text{ км}^2$  площади рассматриваемого района, распределено по закону Пуассона с параметром  $a = \lambda \Delta t$  (среднее число

$a = M |\xi|$  грозовых разрядов на  $1 \text{ км}^2$  в течение времени  $\Delta t$ , где  $\lambda$  - интенсивность грозовых разрядов на  $1 \text{ км}^2$  площади (среднее число грозовых разрядов на  $1 \text{ км}^2$  за некоторый единичной интервал времени, измеряется в разряд/км<sup>2</sup>год)).

Временной фактор. Будем полагать, что интервалы времени, приходящиеся на транспортирование (перемещения) объекта, распределены во времени равномерно. Тогда вероятность перемещения объекта в сезон гроз:

$$P(A_1) = k_t$$

Пространственный фактор. Пусть объект имеет следующие размеры:

длину  $L$  ширину  $b$ , высоту  $h$  в метрах. Математическое ожидание числа поражений в год молнией объектов высотой менее 60 м, не оборудованных молниезащитой, вычисляется по формуле

$$\lambda_0 = (l + 3h).(b + 3h)10^{-6} = 10^{-6} S_s \lambda, \text{ ударов/}(объект*год)$$

где  $S_s$  - эффективная площадь, м<sup>2</sup> собирания грозовых разрядов объектом.

Таким образом, условная вероятность попадания грозового разряда в объект при условии его перевозки во время грозы определяется по формуле

$$P(A_1|A_2) = 10^{-6} S_s$$

Интенсивность грозовых разрядов по объекту с учетом временного фактора можно оценить по формуле

$$\lambda_0 = P(A_1) P(A_1|A_2) \lambda = 10^{-6} k_t S_s \lambda \text{ разряд/}(объект*год)$$

Будем полагать, что расстояния между соседними объектами больше эффективного радиуса собирания грозовых разрядов (площади  $S_s$  не перекрываются). Тогда события попадания грозового разряда в каждый объект являются несовместными. При этих условиях интенсивность грозовых разрядов в произвольный объект из  $N$ , находящихся в эксплуатации, определится по формуле:

$$\lambda_0 = N \lambda_0 \text{ разряд/}(совокупность*год)$$

Частота грозовых разрядов по опасным объектам, перевозимым на

всей территории страны, с учетом наличия объектов различных типов определяется по формуле`

$$\lambda_B = \sum_{i=1}^n \lambda_{Bi} \approx 10^{-6} = \sum_{i=1}^n N_i k_i S_i \lambda_i$$

где  $n$  - число районов.

Транспортирование железнодорожным транспортом. Вероятность воздействия грозовых разрядов на потенциально опасные объекты при их транспортировании железнодорожным транспортом зависит от географического района, продолжительности транспортирования и протяженности объекта [3]. Среднее число грозовых разрядов в год по объекту в конкретном географическом районе на 1 км пути определяется по формуле [5]:

$$I = 3.5 \cdot 10^{-3} t \text{ ударов/(км*год)}$$

С учетом пространственных и временных факторов:

$$I = 10^{-3} l_0 k_t \lambda \text{ разрядов/(объект-год)}$$

где  $l$  - длина объекта в метрах.

Организация структура мониторинга и прогнозирования пожаров на полях и лесах. Мониторинг и прогнозирование пожаров на полях и лесах осуществляется на трёх уровнях:

- республиканском;
- территориальном;
- локальном.

На республиканском уровне организацию работ по мониторингу и прогнозированию пожаров на полях и лесах осуществляет республиканский орган управления лесным хозяйством Республики Узбекистан.

Ведение мониторинга и прогнозирования пожаров на полях и лесах на республиканском уровне осуществляют организации, учреждения и предприятия республиканского органа управления лесным хозяйством.

Ведение мониторинга и прогнозирования пожаров на полях и лесах на территориальном уровне осуществляют структурные подразделения государственных органов управления лесным хозяйством Республики Каракалпакстан и областей, организации, учреждения и предприятия системы органа управления лесным хозяйством.

На местном уровне организацию работ по мониторингу и прогнозированию пожаров на полях и лесах осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства.

На локальном уровне (места лесных пожаров и площади, пройденные лесными пожарами) организацию работ по контролю за лесопожарной ситуацией, радиационному контролю и учету последствий лесных пожаров осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, ы



осуществляющие ведение лесного хозяйства, а также подразделения МЧС, осуществляющие обнаружение и тушение лесных пожаров.

### **Заключение.**

Природные явления, обладающие высокой интенсивностью и значительными масштабами воздействия, представляют собой одну из главных угроз для населения и инфраструктуры на территории Республики Узбекистан. Анализ пространственно-временных характеристик и энергетических параметров таких явлений, как землетрясения, ураганы, лесные пожары и грозовая активность, позволил выявить основные факторы риска и разработать подходы к их математическому моделированию.

Результаты исследования подтверждают, что эффективность мероприятий по снижению природных рисков во многом зависит от точности прогнозов, адекватности оценки зон поражения и правильной организации мониторинга. Разработанные математические модели для расчета индивидуального риска и оценки угрозы от экстремальных природных явлений могут быть использованы для приоритизации мер защиты населения и объектов инфраструктуры.

Особое внимание уделено организации мониторинга пожаров на полях и в лесах, что является важным элементом системы предупреждения и минимизации ущерба. Полученные данные и предложенные методики создают основу для дальнейшего совершенствования системы управления природными рисками, повышения устойчивости территорий к экстремальным природным явлениям и обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Применение разработанных рекомендаций позволит значительно снизить последствия природных катастроф, что является важным шагом на пути к устойчивому развитию и защите населения Республики Узбекистан.

### **Список использованной литературы**

1. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 28.12.2017 г. № 1027 «О создании Единой системы мониторинга, обмена информацией и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и экологического характера».

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 29.04.2023 г. № 171 «О мерах по эффективной организации деятельности Государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан».

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 16.02.2011 г. № 35 «Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Узбекистан».

3. Е.М. Технология построения прикладных экспертных систем пожарно-технической экспертизы проектной документации на строительство в области молниезащиты зданий и сооружений. Диссертация на соискание ученой степени к. т. н. СПб.: СПбУ МВД России, 2000.

4. П.Шапошников С.В. и др. Практический опыт использования системы спутникового мониторинга и перспективы ее развития в структуре ГОЧС Ленинградской области // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций». М.: Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций «Антистихия», 2002.