

2. Павлов А.В. Мониторинг криолитозоны // Новосибирск, Наука, 2008, 230 с.

3. Кофф Г.Л., Чеснокова И.В. Информационное обеспечение страхования от опасных природных процессов. М.:ПОЛТЕКС, 1998. 168 с.

СИСТЕМА ЧИСЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ РИСКА ДЛЯ НАВОДНЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА

Шаликовский А.В.

ФГУП РосНИИВХ, Восточный филиал, г. Чита

vostokniivh@mail.ru

Современные стандарты [1] трактуют понятие «опасность», как «источник потенциального вреда или ситуация с потенциальной возможностью нанесения вреда», а «риск» - как численное значение опасности. С этой позиции «опасность наводнений» может трактоваться:

а) применительно к водному объекту – потенциальная возможность затопления его водами объектов собственности (угроза затопления);

б) применительно к территории (конкретному объекту)– подверженность данной территории (объекта) затоплению (без численной оценки повторяемости затопления и возможного ущерба).

Применительно к оценке риска наводнений в практике сложилось несколько подходов: а) в баллах; в) в показателях вероятности затопления; г) в показателях возможного максимального ущерба; д) по величине среднегодовых потерь; е) на основе математического ожидания ущерба.

Оценка риска в баллах основана на установлении качественной градации уровня риска в зависимости от нескольких факторов опасности наводнений. При этом могут рассматриваться их различные сочетания, или может вычисляться параметр, от значения которого устанавливается уровень риска.

Многими авторами предлагается оценивать риск в зависимости от превышения максимального уровня над уровнем выхода воды на пойму и от повторяемости таких выходов. При этом в большинстве случаев имеются такие сочетания учитываемых факторов опасно-

сти, при которых результаты начинают противоречить смыслу рассматриваемого явления.

Для сопоставления свершившихся наводнений также широко используется бальный подход. В отечественных публикациях по масштабу наводнения принято подразделять на четыре [2, 3 и др.] или пять классов [4].

Дартмутской обсерваторией при университете Колорадо для аналогичных оценок используются понятия «класс серьезности» и «магнитуда наводнений» [5]. По «классу серьезности» наводнения подразделяются на три группы: большие (повторяемость один раз в 10-20 лет), очень большие (20-100 лет); экстремальные (более 100 лет). «Магнитуда наводнений» рассчитывается в зависимости от продолжительности наводнения, класса серьезности и площади охвата.

Наибольшей магнитудой за период 1984-2014 гг. [6] характеризуется наводнение в Китае (1995 г., $M=8,49$), а наводнение в бассейне Амура (2014 г.) занимает шестую строку в рейтинге ($M=8,30$). В верхней части рейтинга, составленного по показателю магнитуды, отсутствуют наводнения с наибольшим числом человеческих жертв и максимальным экономическим ущербом. Например, наводнение в результате урагана Катрин в США (2005 г.) занимает 720 место ($M=6,35$), цунами в Индийском океане (2004 г.) – 2604 место ($M=5,65$), цунами в Японии (2011 г.) – 3664 место ($M=3,98$).

Оценка уровня риска на основе установления вероятности затопления основана на наличии апробированных способов определения расчетных гидрологических характеристик.

В этом случае риск равен вероятности затопления рассматриваемой точки местности. Реализация данного подхода заключается в нанесении границ зон затопления различной обеспеченности на карты местности. Однако при этом игнорируются другие факторы опасности наводнений – глубина и скорость потока, продолжительность затопления.

Другими примерами использования данного подхода является оценка вероятности выхода воды на пойму и превышения критических отметок, установление повторяемости наводнений в пределах какой-либо территориальной единицы.

Возможный максимальный ущерб является основным показателем риска техногенных наводнений и широко применяется при декларировании безопасности ГТС и страховании ответственности их

собственников. Этот показатель, оцененный для территориальной единицы, также важен для обоснования необходимых резервов на чрезвычайные случаи.

Среднегодовой ущерб также достаточно широко используется в качестве меры опасности стихийных бедствий. На его основе удобно осуществлять крупномасштабное районирование риска наводнений: от континентов и государств до муниципальных образований. К недостаткам этого подхода в первую очередь следует отнести нестабильность оценок – после каждого катастрофического наводнения среднегодовой ущерб резко изменяется. Например, три крупнейших наводнения в мире нанесли ущерб около 620 млрд долл. (более 47% ущерба за 27 лет во всем мире) и после каждого из них показатели ущерба в соответствующих странах возрастали многократно. Кроме этого ущербы различных лет очень сложно привести к некоторому единому эквивалентному уровню. Эта проблема наиболее актуальна для Российской Федерации, где за последние 20 лет кардинально изменились все аспекты формирования ущерба от наводнений.

Определение риска, как показателя, определяемого умножением вероятности негативного события на величину возможного ущерба от него, предложено в работе [7], и в настоящее время на этом определении основана вся система международных и российских стандартов по управлению рисками: «риск – сочетание вероятности события и его последствий» [8]. Таким образом, под риском наводнений следует понимать величину ущерба (в натуральных или экономических показателях) различной повторяемости или его математическое ожидание.

В зависимости от поставленной задачи и пространственных границ оцениваемого объекта можно выделить различные подходы к вычислению математического ожидания ущерба от наводнений.

Рассмотрим простейший случай: на горизонтальном участке земли выращивается культура, не переносящая затопления. В этом случае вероятность затопления участка и полной гибели урожая равна обеспеченности максимального уровня воды, соответствующего отметке рассматриваемой территории. Следовательно, для данного случая имеем:

$$M(Y) = C \cdot p_{\text{зам}} / 100, \quad (1)$$

где $M(Y)$ – математическое ожидание ущерба; C – стоимость оце-

ниваемого объекта; $p_{\text{зат.}}$ – обеспеченность уровня затопления, %.

Задача несколько усложняется, если рассматриваемая территория не горизонтальная и ее отдельные фрагменты затапливаются при разных значениях обеспеченности уровня:

$$M(Y) = \sum_{i=1}^{n-1} C \frac{(S_i + S_{i+1}) \cdot |p_i - p_{i+1}|}{2S_{\text{общ}} \cdot 100} \quad (2)$$

где n – число расчетных значений обеспеченности; S_i и S_{i+1} – площадь затопления, соответственно, при значениях обеспеченности максимальных уровней p_i и p_{i+1} ; $S_{\text{общ.}}$ – общая площадь оцениваемой территории.

Учитывая, что произведение стоимости на удельную площадь затопления является ущербом, зависимость (2) можно представить в более общем виде:

$$M(Y) = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1}) \cdot |p_i - p_{i+1}|}{2 \cdot 100\%} \quad (3)$$

На практике зависимость (3) может использоваться преимущественно для определения математического ожидания вреда в натуральных показателях (если вместо экономического ущерба рассматривать площадь затопления, протяженность дорог и т. д.). Другим направлением ее применения является оценка риска по данным о фактических ущербах.

В большинстве случаев при наводнении наблюдается «неполное повреждение» объекта, характеризуемое его уязвимостью $\varphi = Y/C$. Таким образом, имеем

$$M(Y) = \sum_{i=1}^{n-1} C \frac{(\varphi_i + \varphi_{i+1}) \cdot |p_i - p_{i+1}|}{2 \cdot 100\%} \quad (4)$$

Уязвимость зависит от параметров объекта и значений факторов опасности конкретного наводнения в рассматриваемой точке (глубины и скорости потока, продолжительности затопления и др.). В связи с этим во многих странах мира проводятся исследования, направленные на установление зависимостей относительного ущерба для различных видов имущественных объектов. Например, в программном комплексе HAZUS-MH (Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям, США) используется более 900 таких зависимостей [9].

Разработанный автором подход [10, 11] отличается от традиционного, так как направлен на решение не только прогностических задач, но и на зонирование опасных территорий. Для возможности зонирования показатель риска не должен зависеть от характера и интенсивности использования участков местности, не являться натуральным и обладать относительным постоянством. Этим условиям удовлетворяет математическое ожидание ущерба некоторому «эталонному» объекту, выраженное в долях его стоимости или процентах. Данная величина одновременно является и математическим ожиданием уязвимости эталонного объекта. В качестве эталонного объекта нами принято одноэтажное каменное облегченное здание в совершенно удовлетворительном состоянии.

Моделирование может быть выполнено как с использованием зависимости (3), так и методом статистических испытаний. В том и другом случае для различных значений обеспеченности максимального уровня предварительно вычисляется распределение глубин затопления и относительного ущерба по территории (см. рис. 1 ниже).

Таким образом, математическое ожидание ущерба конкретному объекту составляет

$$M(Y) = C \cdot K \cdot M(y)_{\text{этал.}}, \quad (5)$$

где $K = \varphi / \varphi_{\text{этал.}}$ – поправка, учитывающая различие в уровне уязвимости рассматриваемого и эталонного объектов.

Изложенный подход позволяет оценить риск для отдельных объектов недвижимости как непосредственно с ГИС-модели, так и с карт зонирования (что особенно актуально для развития страхования). В перспективе он и может использоваться для оценки риска в пределах отдельных территорий. Это будет возможно после перехода от используемой в настоящее время остаточной к рыночной стоимости недвижимости.

Большинство перечисленных подходов могут быть использовано только для территорий с реальной опасностью наводнений. В то же время имеются участки местности с потенциальной и мнимой опасностью затопления.

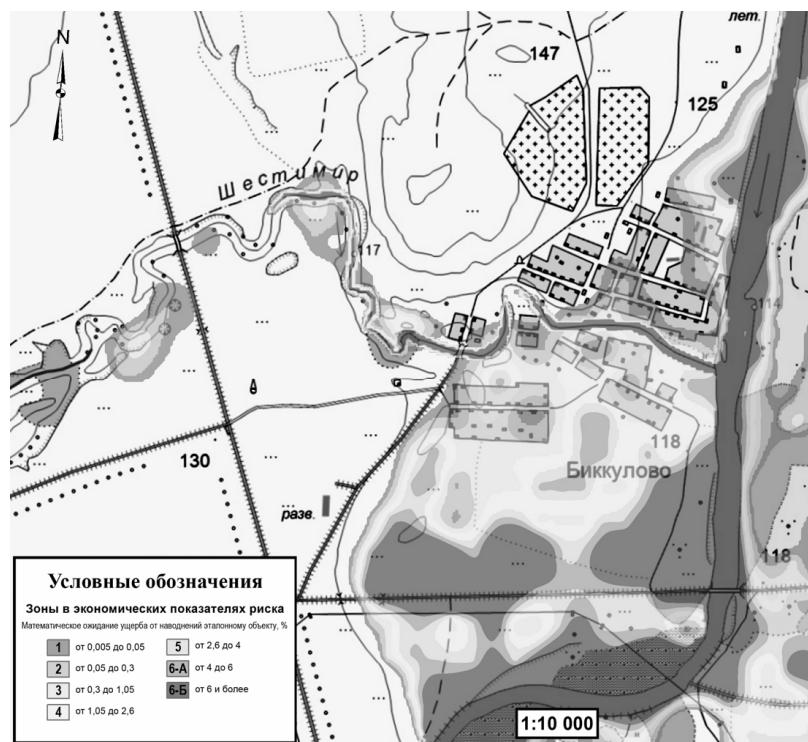


Рис. 1 – Зонирование территории с. Биккулово (Оренбургская область) в относительных показателях математического ожидания ущерба эталонному объекту

К потенциально опасным территориям относятся: территории, защищенные от наводнений сооружениями невысокого класса капитальности; участки местности, подверженные затоплению при форсированных сбросах из водохранилищ; участки с затрудненными условиями стока и др. Для таких территорий целесообразно использовать подходы, основанные на вычислении максимального ущерба. Территории с мнимой опасностью наводнений – это участки, которые могут оказаться затопленными при неблагоприятном сочетании нескольких природных и техногенных факторов, каждый из которых в отдельности не может быть идентифицирован как опасный. В отношении таких территорий следует использовать методы сценарного анализа.

Литература

1. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. М.: Изд.-во стандартов. 2002. 28 с.
2. Гинко С.С. Катастрофы на берегах рек. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 128 с.
3. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 184 с.
4. Авакян А.Б., Истомина М.Н. Наводнения как глобальная многоаспектная проблема // Вестник Российской академии наук. – 2002. – Т.72, №12.
5. Global Archive of Large Flood Events – Notes. Электронный ресурс. Режим доступа:
<http://www.dartmouth.edu/~floods/Archives/ArchiveNotes.html>
6. Global Active Archive of Large Flood Events. Электронный ресурс. Режим доступа:
<http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html>
7. Rowe W.D. Anatomy of risk. N.-J.: John Wileyand Sons, Inc., 1977. 482 p.
8. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения. М.: Изд.-во стандартов. 2002. 12 с.
9. HAZUS-MH Flood Loss Estimation Methodology. II. Damage and Loss Assessment /Scawthorn C. et al. //Nat. HazardsRev. 2006. 7. P. 72–81.
10. Шаликовский А.В. Оценка риска наводнений и зонирование паводкоопасных территорий // Водное хозяйство России. 2006. № 4. С. 27–35.
11. Шаликовский А.В. Риск наводнений: методы оценки и картографирования// Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 68-78.