



УДК 621.22:614.8

А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **В. В. АГЕЕВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ОПЫТ ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НИЗКОНАПОРНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: риск аварии, ГТС, оценка вероятности аварии (риска).

Приведены основные понятия оценки риска аварии, кратко описана методика оценки риска по ГОСТ, даны результаты оценки риска для некоторых ГТС.

Согласно Федеральному Закону [1], документом, обосновывающим безопасность гидротехнического сооружения (ГТС), является декларация безопасности [2]. В составе декларации безопасности предусматривается составление раздела «Анализ и оценка безопасности ГТС, включая определение возможных источников опасности» с выводами о соответствии значения риска (вероятности) аварии гидротехнического сооружения допустимому уровню». Допустимый риск – это значение риска аварии, установленное нормативными документами [1].

Риск аварии – вероятностная или детерминистическая оценка степени отклонения состояния ГТС и условий эксплуатации от нормативных значений. Риск аварии может определяться различными методами: статистическими, вероятностными, детерминистическими, экспертными.

Статистический метод, основанный на результатах оценки аварий реальных сооружений, дает осредненные значения риска. Метод целесообразен для выявления источников опасностей (факторов риска).

Детерминистический метод основан на анализе последовательности развития аварии.

Вероятностный метод, основанный на вероятностных моделях распределения частоты аварий, дает вероятность аварии. Метод требует выбора модели распределения вероятностей.

Экспертный метод дает оценку рисков на основе мнений специалистов (экспертов), использующих соответствующую шкалу оценок. Именно этот метод узаконен ГОСТ [3].

Экспертный метод [3] использует такие понятия, как: опасность (при оценке возможности аварии на ГТС), т. е. процессы, протекающие в ГТС и зоне их влияния и представляющие угрозу для жизни или условий жизнедеятельности людей, объектов хозяйства или окружающей среды; уязвимость ГТС – свойство ГТС терять способность к выполнению заданных функций в результате негативных воздействий или деградационных процессов с течением времени. Уязвимость есть реакция сооружения на внешние и внутренние опасности.



Оценка риска аварии производится на основании экспертного анализа степени опасности аварии и степени уязвимости ГТС.

Для анализа опасности исследуются показатели опасности аварии, как-то: превышение нагрузок и воздействий; обоснованность проектных решений; соответствие проекту конструкций и технологий возведения; выполнение проектных решений по эксплуатации и мониторингу.

Для анализа уязвимости изучаются показатели, как-то: состояние ГТС по данным мониторинга; состояние окружающей среды в зоне влияния ГТС; организация эксплуатации; готовность организации к локализации и ликвидации аварии.

Степень риска аварии оценивается по принципу пересечения степеней опасности и уязвимости и количественно выражается коэффициентом риска аварии [3]:

$$D_a = \lambda \cdot v, \quad (1)$$

где λ – коэффициент опасности; v – коэффициент уязвимости.

Расчетные значения коэффициента опасности и коэффициента уязвимости определяются по соответствующим кодам, приведенным в [3]. Коды устанавливаются по экспертным показателям с помощью оценочных таблиц [3].

Коэффициент риска аварии позволяет оценить вероятность возникновения аварии (риск) по формуле:

$$P_a(\text{ГТС}) = 0,5 \operatorname{erfc} [-0,83\beta \cdot \ln(2D_a)], \quad (2)$$

где $\operatorname{erfc}(x)$ – дополнительная функция ошибок, табулированная в справочниках, а также в [3]; β – коэффициент вероятности, зависящий от класса ГТС [3].

Результаты оценки риска аварий некоторых ГТС

Номер ГТС	Наименование ГТС, место расположения	Коэффициент риска	Вероятность возникновения аварии (риск), 1/год
1	Комплекс ГТС на р. Вьюнице, Нижегородская область:		
	– плотина верхнего гидроузла	0,160	$8,1 \cdot 10^{-3}$
	– плотина среднего гидроузла	0,160	$8,1 \cdot 10^{-3}$
	– плотина нижнего гидроузла	0,180	$17,5 \cdot 10^{-3}$
2	Дамба в г. Навашино, Нижегородская область	0,187	$19,0 \cdot 10^{-3}$
3	Плотина на р. Валаве, Нижегородская область	0,280	$110,0 \cdot 10^{-3}$
4	Плотина на р. Кострине, Тверская область	0,247	$70,0 \cdot 10^{-3}$
5	Плотина на р. Калдуссе, Пензенская область	0,265	$89,6 \cdot 10^{-3}$
6	Плотина на овраге Карнайке, Республика Мордовия	0,234	$52,4 \cdot 10^{-3}$
7	Плотина на р. Моркве, Нижегородская область	0,197	$1,46 \cdot 10^{-3}$
8	Плотина на притоке р. Озерки, Нижегородская область	0,270	$39,9 \cdot 10^{-3}$

Описанная методика определения риска аварии была использована при разработке деклараций безопасности ряда низконапорных ГТС IV класса. Результаты представлены в таблице.



Согласно нормативному документу [4], допускаемое значение вероятности возникновения аварии для ГТС IV класса составляет $5,0 \cdot 10^{-3}$ 1/год. Приведенные в таблице значения показывают более высокий риск аварий. Это свидетельствует о низком качестве проектирования, строительства и эксплуатации рассмотренных ГТС и требует разработки мероприятий по снижению риска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О безопасности гидротехнических сооружений : Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 117-ФЗ : [принят Государственной Думой 23 июня 1997 года]: [редакция от 01.01.2022]. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

2. Об утверждении формы декларации безопасности гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений) : Приказ Ростехнадзора от 09.12.2020 N 509. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

3. ГОСТ Р 22.2.09-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 02.12.2015 N 2100-ст : дата введения 01 июня 2016 г. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

4. СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 16 декабря 2019 N 811/пр : актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 : редакция от 10 марта 2022 : дата введения 17 июня 2020 г. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures, AGEEVA Vera Valerevna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic and transport constructions

EXPERIENCE IN ASSESSING THE RISK OF ACCIDENTS OF LOW-PRESSURE HYDRAULIC STRUCTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;
e-mail: gs@mngasu.ru

Key words: accident risk, GTS (hydraulic structure), assessment of the probability of accident (risk)

The basic concepts of accident risk assessment are given, the methodology for risk assessment according to GOST is briefly described, the results of risk assessment for some hydraulic structures are given.

REFERENCES

1. O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [On the safety of hydraulic structures] : Feder. zakon Ross. Fed. ot 21.07.1997 № 117-FZ : prinyat Gos. Dumoy 23 iyunya



1997 goda : red. ot 01.01.2022. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

2. Ob utverzhdenii formy deklaratsii bezopasnosti gidrotekhnicheskogo sooruzhenia (za isklyucheniem sudokhodnykh i portovykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy) [On approval of the form of the declaration of safety of hydraulic structures (except for navigable and port hydraulic structures)]. Prikaz Rostekhnadzora ot 09.12.2020 № 509. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

3. GOST R 22.2.09-2015. Bezopasnost v chrezvychaynykh situatsiyakh. Ekspertnaya otsenka urovnya bezopasnosti i riska avariyy gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Obschie polozheniya [Safety in emergency situations. Expert assessment of the level of safety and risk of accidents of hydraulic structures. General provisions.] : national. standart Ross. Fed. : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Roandarta ot 02.12.2015 N 2100-st : data vved. 01 iyunya 2016 g. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

4. SP 58.13330.2019. Gidrotekhnichesknie sooruzhenia. Osnovnye polozheniya [Hydraulic structures. General provisions] : svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Minstroya Rossii ot 16 dekabrya 2019 N 811/pt : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 33-01-2003 : red. ot 10 marta 2022 : data vved. 17 iyunya 2020 g. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

© **А. В. Февралев, В. В. Агеева, 2023**

Получено: 16.03.2023 г.