

викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету економіки та менеджменту, присвяченої дню науки в Україні, Суми, 18-22 квітня 2011 року / Відп. за вип. А.Ю. Жулавський. – Суми : СумДУ, 2011. – Ч.2. – С. 111–112.

4. Столяренко О.О. Аналіз етапів процесу стратегічного управління економічною безпекою підприємства / О.О. Столяренко/ Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.8 – С. 320–325.

ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙ НА НИХ

*Папков Б.В., д.т.н., профессор,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Россия)*

После техногенных катастроф на атомных электростанциях (Чернобыль, 1986г.; Фукусима, 2011 г.) отдельные регионы и даже страны рассматривают возможность перехода на наиболее эффективные, не затрагивающие невозобновляемые углеводородные энергетические ресурсы. Считается, что производство электрической энергии на гидроэлектростанциях (ГЭС) является эффективным и относительно безопасным. Так как любая техническая система принципиально не может быть абсолютно надёжной, для оценки приоритетов того или иного способа производства электроэнергии необходим их сравнительный анализ на основе статистики крупнейших аварий на ГЭС и анализа их возможных последствий.

В понятие «гидротехнические сооружения» (ГТС) включаются: плотины; здания ГЭС; водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения; насосные станции; судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения защиты от разрушений берегов и дна водохранилищ, предотвращения негативного воздействия на инфраструктуру и экологию. Родиной первых ГТС считается Древний Египет с сохранившимися остатками плотины Сад Эль-Кафар, построенной между 2950 и 2750 гг. до н. э. Изменения в технологии земляных и бетонных работ позволили возводить крупные и сравнительно дешевые ГТС с площадью водного зеркала более 100 кв. км. Многие крупные реки планеты – Волга, Енисей, Ангара, Миссури, Колорадо, Парана превращены в каскады водохранилищ с мощными ГЭС.

Многие ГТС функционируют десятки лет. Но мировая статистика отмечает, что аварии на гидроузлах возможны, а события последних лет свидетельствуют об увеличении их вероятности. Последствия аварий – не только повреждение и разрушение плотин, но и примыкающих к ним сооружений. Начиная с VIII в. каждые 5 лет разрушалась 1 плотина, каждые 15 месяцев происходит 1 катастрофа в среднем с 50 человеческими жертвами. Причина – строительство всё более высоких плотин с большими водохранилищами в сложных природных условиях. Из 300 аварий плотин в разных странах за 175 лет в 35 % случаев причиной было превышение расчетного максимального сбросного расхода. Потери населения, находящегося в зоне действия волны прорыва, могут достигать ночью 90%, днем – 60%. Из общей численности пострадавших количество погибших может составлять ночью 75%, днем 40%. Последствия усугубляются авариями на потенциально опасных объектах в зоне затопления.

В Советском Союзе эксплуатировалось около 200 ГЭС. Число ГЭС с установленной мощностью генераторов выше 300 МВт не превышало 30. Топливо-энергетический комплекс России использует 350 гидротехнических сооружений, из которых около 100 – ГЭС с водохранилищами относительно большого объёма. После аварии на Саяно-Шушенской ГЭС возникли сомнения в безопасности и надежности ряда ГТС (ГЭС). Эксперты призывают обратить внимание на возможность прорыва плотин на равнинных реках, что может привести к миллионам жертв. Изношенность основного оборудования многих российских ГЭС достигает 70 – 80%. Только пятая часть судоходных ГТС находится в работоспособном состоянии. У 17% этих объектов уровень безопасности неудовлетворительный и у 58% – опасный.

В 1997 г. был принят Федеральный закон «О безопасности ГТС». За прошедшие годы в него неоднократно вносились изменения и дополнения – «правила игры» меняются, но в сфере обеспечения безопасности качественного прорыва не произошло. Поскольку существующие ГЭС располагаются вблизи крупнейших городов, эта проблема внушает серьезные опасения. Аварии на ГТС относятся к числу редких событий, поэтому для относительно небольшого числа крупных ГЭС анализа только отечественной статистики недостаточно. Кроме того, здесь большое значение приобретают результаты вероятностного анализа риска возникновения таких аварий.

В [1] на примере Франции рассматриваются вероятностные зависимости возникновения аварий и числа возможных жертв. Вероятность количества аварий ГТС в год оценивается результатами, приведёнными в табл. 1, а число ожидаемых человеческих жертв при авариях на ГТС – в табл. 2.

Таблица 1

Количество аварий	Вероятность
1	0,37
2	0,18
3	0,06
Более чем 3	0,01 – 0,02

Таблица 2

Число ожидаемых человеческих жертв	Вероятность
Нет	0,75
Менее 7	0,8
Менее 90	0,9
Менее 250	0,95
Более 900	0,01
Более 4000	0,001

Годовая величина риска гибели людей в результате разрушения плотин всех типов оценивается величиной $1,4 \cdot 10^{-7}$ – $5,1 \cdot 10^{-8}$. В целом риск человеческих жертв в результате аварий всех типов в среднем по миру $5,1 \cdot 10^{-8}$. Для сравнения отметим, что приемлемым уровнем риска гибели во многих странах считается величина 10^{-7} . Произошедшие в XX и уже в XXI веке крупнейшие аварии только на ГЭС (исключая другие ГТС) показывают необходимость детального анализа их возможных последствий и тщательной разработки мероприятий по их предотвращению. Вот далеко неполный список таких аварий [2].

1928 г. 12 марта. Прорыв и разрушение плотины Сент-Франсис в Калифорнии. Высота волны около 40м. Через 5 минут она снесла электростанцию, находившуюся в 25км вниз по течению. Ширина волны в прибрежной равнине – 3км. Долина была затоплена на 80км. Погибло более 600 человек.

1963 г. 9 октября. В Италии произошло обрушение горного массива в водохранилище на плотине Вайонт реки Пьяве. Вода за 15 минут уничтожила деревни Лонгароне, Пираджо, Ривальта, Вилланова, Фаз. Погибло 1450 человек. Многие деревни в коммуне Эрто и Кассо разрушены. Погибло от 1900 до 2500 человек, 350 семей погибли полностью. Деревни неподалеку от зоны катастрофы пострадали из-за воздушного вихря, вызванного оползнем.

1975 г. В Китае тайфун «Нина» прорвал дамбу в верховьях реки Ру. Гигантская волна смела 62 дамбы. Произошёл прорыв плотины водохранилища Баньцяо на реке Жухэ. Число жертв – более 170000 человек и еще более умножилось разразившимися эпидемиями.

1977 г. 6 ноября. В США прорвана плотина ГЭС в штате Техас. ГЭС была построена в 1889 году и в 1957 году остановлена. Прорыв произошел из-за ветхости плотины и халатности обслуживающего персонала. Погибло 39 человек.

2004 г. 27 мая. Китай. Паводковыми водами разрушена дамба электростанции «Далунтань» на реке Цинцзян, г. Эньши провинции Хубэй. Погибло более 30 человек.

2005 г. 11 февраля. В провинции Белуджистан на юго-западе Пакистана произошел прорыв 150-метровой плотины ГЭС «Шакидор» у г. Пасни из-за ливневого паводка. Затоплено несколько деревень, погибло более 100 человек, 500 пропали без вести.

2007 г. 5 октября. Прорыв плотины строящейся ГЭС «Кыадат» на р. Чу в провинции Тханьхоа (Вьетнам). Затоплено 5 тыс. домов, погибло 35 человек. Причина – резкий подъем уровня воды во всех реках на севере страны, произошедший из-за тайфуна «Лекима».

2009 г. 17 августа. Разрушение и затопление машинного зала Саяно-Шушенской ГЭС. Погибло 75 человек.

11 ноября. В Бразилии в связи со штормом произошло отключение крупнейшей в мире гидроэлектростанции «Итайпу», обеспечивающей 20% (17000 МВт) энергопотребления страны и 90% потребностей Парагвая.

2010 г. 21 июля на Баксанскую ГЭС (Россия) совершено нападение террористов. Около 5.00 в машинном зале станции произошло два взрыва. Выведены из строя 2 гидрогенератора, а вытекшее масло воспламенилось. Затем произошло ещё два взрыва на ОРУ, выведшие из строя два масляных выключателя. Станция была полностью выведена из строя, но это не привело к ограничениям в энергоснабжении.

Особо отметим, что теракт на ГЭС (ГЭС) по тяжести последствий многократно тяжелее любого другого инцидента. Качественная охрана гидротехнических объектов требует внедрения технических средств – ограждений, сигнализации, теленаблюдения. Современная охрана невозможна без подготовки и утверждения соответствующей нормативной базы.

Аварии, произошедшие во многих странах, стимулировали принятие законодательных мер по безопасности ГЭС, включающих постоянные наблюдения за состоянием объектов, контроль за соблюдением норм и правил эксплуатации, выявление и устранение повреждений, выполнение в срок профилактических ремонтов, проведение регулярных инспекций.

Во Франции с 1966 г. все плотины, выше 20м и образующие водохранилище объемом более 15 млн. куб. м, поставлены под особый контроль государства.

В Швейцарии система контроля, принятая в 1957г., обеспечивает наблюдение за всеми плотинами выше 10м.

В большинстве штатов США законодательство по безопасности плотин было принято в последнее десятилетие.

В России в 1997 г. вступил в силу Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений», предусматривающий не только меры, осуществляемые и контролируемые государством, но и порядок обеспечения безопасной эксплуатации сооружений их собственниками и эксплуатирующими организациями.

Гидроэнергетика в России, несмотря на разработанные еще в дореволюционные годы проекты, начала активно развиваться только с введением плана ГОЭЛРО, в советские годы. Множество ныне действующих ГЭС относятся к первому поколению – построены до Великой Отечественной войны и сразу после нее. Отметим, что срок гарантированной прочности гидротурбины, по большинству нормативов, составляет около 30 лет. Однако уже достаточно велико количество ГЭС, перешагнувших 50-летний рубеж, где замены гидроагрегатов до сих пор не производились. Причину такой ситуации большинство независимых экспертов видят в организационной плоскости. Развал идет с 1998г., когда управление Единой энергетической системой России было передано наёмному менеджменту, не имевшему профессиональных знаний в области электроэнергетики. Бывший министр энергетики РФ В.В. Кудрявый еще в 2009 году заявил, что мы вступили в полосу аварий, которая продлится в лучшем случае семь лет. Пытаться прогнозировать, где будет следующая авария, бессмысленно – она может случиться где угодно.

Естественно, гарантировать, что «второй Саяно-Шушенской» не будет, никто не может. В этой связи необходим прогноз последствий аварийных ситуаций Волжского каскада ГЭС [3]. Например, вероятность предельного объёма расхода воды Нижегородской

ГЭС определяется как 10^{-3} , то есть раз в 1000 лет. Допустим, что в результате катастрофического паводка или другой причины прорвало плотину расположенного выше по течению р. Волги Рыбинского водохранилища. Его ёмкость примерно в четыре раза превышает полезный объём Горьковского водохранилища и последнее не сможет принять такой объём воды. Его уровень резко повысится и может произойти авария уже на плотине Горьковской (Нижегородской) ГЭС. Аварийный сброс воды на Нижегородской ГЭС с большой вероятностью может серьезно отразиться как на крупных (Заволжье, Балахна, Нижний Новгород, Бор), так и на относительно мелких городах Нижегородской области. По оценкам экспертов через 15 мин. после прорыва плотины начнется затопление г. Заволжье. Высота волны составит 15 – 17 м. Город будет затоплен полностью через 35 – 40 мин, а через 4,5 часа начнется затопление Сормовского района Н.Новгорода. Высота подъема воды составит 0,5 – 2 м. Зона катастрофического затопления составит 1210 км², в которую попадает 5 городов и 61 населённый пункт с численностью населения 188,8 тыс. человек.

Далее поток войдёт в Чебоксарское водохранилище, которое может принять большую часть стока. Начнётся его постепенное заполнение до 68-й отметки. Население, которое проживает в зоне затопления между отметками 63 и 68 м (Нижегородская область, Чувашия и Мари-Эл) будет вынуждено эвакуироваться. Об архитектурных памятниках и сельскохозяйственных угодьях речь особая. После переполнения Чебоксарского водохранилища возможен перелив воды и через плотину Чебоксарской ГЭС.

С большой степенью вероятности можно утверждать, что поток не дойдёт до устья Волги, так как его удержит Куйбышевское водохранилище, поскольку оно многолетнего регулирования и полностью никогда не заполняется.

Таким образом, для уменьшения последствий аварий на равнинных гидротехнических объектах важно тщательно оценивать характер возникающей опасности, заблаговременно разрабатывать и внедрять соответствующие методики предупреждения чрезвычайных ситуаций. Анализ статистических данных показал, что доступной информации недостаточно не только для построения функций распределения исследуемых случайных величин, но и для достоверной оценки вероятностей этих событий. Хотя закон РФ «О безопасности гидротехнических объектов» предусматривает страхование ГТС, количественные показатели риска их разрушения, затопления территорий, ущерба от нарушений электроснабжения не определены. И самое главное – сложность определения «цены» человеческой жизни.

Список литературы

1. Владимирова, Анализ статистических данных для построения зависимостей «частота-последствия» и «частота-ущерб» / Е.П. Владимирова, М.М. Каленникова, В.В. Лесных // Методические вопросы исследования надёжности больших систем энергетики. Вып. 49. ИСЭМ СО РАН. Иркутск, 1998. – С. 375 – 386.
2. Папков, Б.В. Становление и развитие электротехники и электроэнергетики: краткая хроника событий и фактов / Б.В. Папков. – Нижний Новгород: изд-во «Кварц», 2011. – 216 с.
3. Есть ли опасность аварий на плотинах? / Нижегородский рабочий. 13.05.1998 г.

БУРОВА БРИГАДА ЯК ОСНОВНИЙ ВИРОБНИЧИЙ ПІДРОЗДІЛ КОМАНДНО-БРИГАДНОЇ ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ НА ГЕОЛОГІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Пономаренко П.І., д.т.н., професор;

Тарасенко В.А., аспірант,

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ

Економічна безпека України значною мірою залежить від рівня розвитку мінерально-сировинної бази та її здатності забезпечити промисловість, агропромисловий і енергетичний комплекси власної сировини. У наступних роках потреба в енергетичних, вугільних, рудних та інших корисних копалин постійно зростатиме, що, в свою чергу, буде викликати необхідність зростання обсягів робіт з геологічного вивчення надр з метою подальшого розвитку мінерально-сировинної бази держави. В умовах ринкової економіки штабом