

КНЯЗЕВ Александр Михайлович,

Государственный университет морского и речного флота

имени Адмирала Макарова,

Институт водного транспорта и водных путей,

e-mail: mail@law-books.ru

РИСКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЛОТИН И ДАМБ: ЭКОНОМИКО-ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

Аннотация. В статье исследуются риски человеческого фактора при проектировании плотин и дамб как группа экономических рисков жизненного цикла ГТС. Показано, что ошибки изысканий, расчетной модели, экономического обоснования и экспертизы преобразуются в рост капитальных затрат, эксплуатационных расходов, страховой нагрузки и возможного вреда третьим лицам. Предлагаются риск-регистр человеческого фактора, независимый расчетный аудит и запрет экономии, снижающей безопасность.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, плотина, дамба, человеческий фактор, экономический риск, проектирование, стоимость жизненного цикла, безопасность.

KNYAZEV Alexander Mikhailovich,

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,

Institute of Water Transport and Waterways

HUMAN-FACTOR RISKS IN DAM AND LEVEE DESIGN: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS

Annotation. The article examines human-factor risks in dam and levee design as a source of life-cycle economic risk and proposes preventive instruments: risk registers, independent design review and life-cycle cost assessment.

Key words: dam, levee, hydraulic structures, human factor, design risk, economic loss, life-cycle cost.

Плотина и дамба относятся к таким инженерным объектам, где технический расчет почти неизбежно приобретает экономическое и правовое значение. Неверное проектное решение влияет не только на смету строительства, но и на стоимость эксплуатации, мониторинга, ремонта, страхования, гражданской ответственности и ликвидации последствий возможной аварии. Российский Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» [1] прямо связывает безопасность ГТС со стадиями проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции, капитального ремонта, консервации и ликвидации.

Цель настоящей статьи - раскрыть экономическую природу человеческого фактора при проектировании плотин и дамб. Под человеческим фактором здесь понимаются не только индивидуальные ошибки инженера, но и организационные, информационные, когнитивные и договорные условия, в которых принимаются проектные

решения. Методологическую основу составляют риск-ориентированный подход, системный анализ и экономико-правовая оценка жизненного цикла гидротехнического сооружения.

1. Человеческий фактор в проектировании ГТС

Проектирование плотины или дамбы осуществляется в условиях неполной информации о гидрологических режимах, геологии основания, сейсмике, будущей застройке ниже по течению и режимах эксплуатации. Поэтому проектировщик фактически выбирает не единственно возможное решение, а допустимый уровень неопределенности. СП 58.13330.2019 распространяет требования на гидротехнические сооружения всех видов и классов и предполагает учет безопасности на всех ключевых стадиях жизненного цикла. Для грунтовых плотин и дамб особенно важны решения о фильтрационной устойчивости, дренажах, противофильтрационных элементах, материале тела со-

оружения и основании.

Экономический смысл человеческого фактора состоит в том, что ошибка человека меняет стоимость будущего риска. Недостаточные изыскания могут удешевить ранний этап, но привести к переработке проекта или усилению основания. Недооценка расчетного паводка способна снизить начальную стоимость водосброса, но увеличить риск перелива. Формальная экспертиза сокращает сроки, но уменьшает вероятность выявления дефекта до начала строительства.

Риск-менеджмент требует, чтобы подобные неопределенности были описаны до принятия капитального решения. ГОСТ Р 58771-2019 рассматривает методы оценки риска как инструменты принятия решений в условиях неопределенности. ISO 31000 также исходит из последовательности выявления, анализа, оценки, обработки, мониторинга и коммуникации риска. Следовательно, человеческий фактор должен быть включен в проектный риск-регистр, а не рассматриваться постфактум после аварии или перерасхода.

В проектировании плотин и дамб целесоо-

бразно выделять пять групп рисков человеческого фактора. Во-первых, когнитивные риски: профессиональная самоуверенность, недооценка маловероятных событий, избыточное доверие программной модели, перенос опыта одного объекта на другой без проверки сопоставимости условий. Во-вторых, информационные риски: неполные изыскания, устаревшие гидрологические ряды, недостаточная цифровая модель рельефа, неточные сведения об объектах в зоне возможного затопления.

В-третьих, расчетно-модельные риски: неверная постановка гидравлической, фильтрационной, геотехнической или сейсмической задачи, неправильные граничные условия, отсутствие независимой верификации результата. В-четвертых, организационные риски: фрагментация ответственности между заказчиком, изыскателем, проектировщиком, экспертом и подрядчиком. В-пятых, этико-договорные риски, возникающие при давлении на проектировщика ради снижения цены, когда «оптимизация» фактически означает экономию на безопасности.

Таблица 1. Карта рисков человеческого фактора при проектировании плотин и дамб

Риск	Источник	Экономический эффект	Профилактика
Когнитивный	Недооценка редких сценариев	Занижение резервов и будущие аварийные расходы	Стресс-тест допущений
Информационный	Недостаточные изыскания	Переработка проекта, спор с подрядчиком	Аудит исходных данных
Расчетный	Ошибки модели	Неверная смета и класс ответственности	Параллельный расчет
Организационный	Разрыв ответственности	Рост сроков и транзакционных издержек	Матрица ответственности
Этико-договорный	Давление цены	Экономия на безопасности	Запрет unsafe value engineering

Экономическая цена проектной ошибки складывается из нескольких элементов: переработки документации, дополнительных изысканий, повторной экспертизы, удорожания строительства, роста эксплуатационных расходов, страховой нагрузки, ущерба имуществу и окружающей среде, а также публичных расходов на предупреждение и ликвидацию чрезвычайной ситуации. Поэтому цена риска должна рассчитываться не как абстрактная вероятность, а как совокупность возможных денежных последствий.

Современные исследования подтверждают высокую роль человеческих и организационных причин в аварийности дамб. В статистическом анализе аварий XXI века R. Nasser, D. Tzioutzios и Y. Liu показали, что human-related factors выступают ведущей группой причин, включая недостатки управления, проектирования и строительства. Для экономической оценки это означает, что безопасность определяется не только материалом и геометрией сооружения, но и качеством процедур принятия решений. [2]

Исследование А. Moreno-Rodenas, J.D. Mantilla-Jones и D. Valero обращает внимание на эффект «ранней смертности» новых дамб и на необходимость инвестиций в мониторинг, обслуживание и модернизацию, особенно при росте паводковых рисков. Следовательно, дефект проектирования часто проявляется в период, когда проект еще должен окупать капитальные вложения, а владелец не готов к дорогостоящей коррекции. [3]

Методика FEMA по оценке последствий разрушения дамбы предлагает учитывать прямые и косвенные экономические последствия: ремонт и замену имущества, потерю рабочих мест, продаж, необходимость временного размещения и иные эффекты за пределами непосредственного повреждения. В российской системе сходная логика закрепляется через оценку максимального вреда в рублях по методике Ростехнадзора, действующей с 2025 г. Это подтверждает: экономическая оценка риска должна присутствовать уже на стадии сравнения проектных альтернатив.

Главный экономический дефект многих проектов состоит в смешении рациональной оптимизации и небезопасного сокращения затрат. Рациональная оптимизация снижает стоимость без уменьшения требуемой надежности. Ложная экономия уменьшает цену проектирования или строительства за счет роста скрытого риска. Для плотины и дамбы такая экономия особенно опасна, потому что последствия проявляются не у того субъекта, который получил начальную выгоду.

Теория мегапроектов показывает, что систематические перерасходы часто связаны с оптимистичными оценками, стратегическим искажением информации и институциональным давлением. В гидротехническом проектировании это проявляется в сокращении изысканий, отказе от независимой проверки, недооценке климатических сценариев, формальном расчете зоны затопления и переносе будущих расходов на владельца или публичный бюджет. [4]

Для снижения риска необходимы пять практических инструментов. Первый - риск-регистр человеческого фактора с указанием критических допущений, ответственных лиц, источников данных и последствий ошибки. Второй - независимая верификация ключевых расчетов, особенно гидрологии, фильтрации, устойчивости и зоны возможного затопления. Третий - договорный запрет на предложения по снижению стоимости, если не доказано сохранение уровня безопасности и приемлемой стоимости жизненного цикла.

Четвертый инструмент - цифровая трассируемость: хранение версий моделей, исходных данных, замечаний экспертизы и оснований принятия

решений. Пятый - оценка полной стоимости владения, включающая проектирование, строительство, эксплуатацию, ремонт, мониторинг, страхование, вероятный вред и демонтаж. Только такая модель показывает, что более дорогое проектное решение иногда является экономически более дешевым на горизонте 30-50 лет.

Экономико-правовое управление человеческим фактором требует не только технических проверок, но и правильного распределения ответственности. В проекте плотины или дамбы должны быть отдельно зафиксированы ответственность за исходные данные, ответственность за расчетную модель, ответственность за экономическую оценку последствий и ответственность за принятие управленческого решения о выборе проектной альтернативы. Без такой детализации риск становится «ничейным»: проектировщик ссылается на техническое задание, заказчик - на экспертизу, эксперт - на материалы, представленные заявителем, а фактическая стоимость ошибки переносится на владельца сооружения и публичную власть.

Практически это означает необходимость включать в договор проектирования специальные условия: обязанность раскрывать критические допущения, запрет изменять параметры безопасности без письменного расчетного обоснования, обязанность уведомлять заказчика о недостаточности исходных данных, право проектировщика требовать дополнительных изысканий, а также условие о сохранении расчетных материалов и цифровых моделей. Такая договорная конструкция не должна восприниматься как бюрократизация проекта. Ее экономический смысл состоит в снижении информационной асимметрии и в предотвращении ситуации, когда краткосрочная экономия одной стороны создает долгосрочный ущерб для всех участников жизненного цикла ГТС.

В качестве первого предложения следует закреплять в техническом задании на проектирование отдельный раздел о человеческом факторе. Такой раздел должен содержать перечень критических исходных данных, перечень решений, требующих независимой проверки, а также описание обстоятельств, при которых проектировщик обязан запросить дополнительные изыскания. Это позволит исключить практику, когда недостаток данных скрывается под общими формулировками о достаточности материалов для проектирования.

Второе предложение связано с экспертизой. Экспертная проверка для плотин и дамб высокой ответственности должна оценивать не только формальное соответствие нормативам, но и устойчивость ключевых проектных допущений. Иными

словами, экспертиза должна задавать вопрос не только «соответствует ли расчет норме», но и «почему выбрана именно эта расчетная модель, этот сценарий паводка и этот уровень экономического риска». Такой подход повышает стоимость проверки, но снижает вероятность дорогостоящей ошибки после начала строительства.

Третье предложение состоит в применении сценарной экономики безопасности. Для каждого существенного проектного решения целесообразно рассчитывать не одну смету, а три сценария: базовый, стрессовый и аварийный. Базовый сценарий отражает плановую стоимость; стрессовый - удорожание при обнаружении дефектов исход-

ных данных; аварийный - максимальный вред и публичные расходы. Сравнение этих сценариев делает видимой ту цену, которую обычно скрывает формальная экономия на проектировании.

Риски человеческого фактора при проектировании плотин и дамб являются не второстепенной технической проблемой, а самостоятельным экономико-правовым явлением. Они влияют на стоимость капитальных вложений, эксплуатационные расходы, страхование, размер потенциального вреда и публичные расходы при аварии. Поэтому человеческий фактор должен оцениваться как элемент стоимости жизненного цикла гидротехнического сооружения.

Список литературы:

- [1] Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». // СПС КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/ (дата обращения: 09.06.2026).
- [2] Nasser R., Tzioutzios D., Liu Y. *Statistical Analysis of Global Dam Accidents in the 21st Century* // *Water Resources Management*. 2025. Vol. 39. P. 6493-6516.
- [3] Moreno-Rodenas A., Mantilla-Jones J.D., Valero D. *Age, climate and economic disparities drive the current state of global dam safety* // *Nature Water*. 2025. Vol. 3. P. 284-295.
- [4] Flyvbjerg B. *The Oxford Handbook of Megaproject Management*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- [5] СП 58.13330.2019. *Гидротехнические сооружения. Основные положения*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564542210> (дата обращения: 08.07.2026).
- [6] СП 39.13330.2012. *Плотины из грунтовых материалов*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095521> (дата обращения: 08.07.2026).
- [7] ГОСТ Р 58771-2019. *Менеджмент риска. Технологии оценки риска*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения: 08.07.2026).
- [8] ISO 31000:2018. *Risk management - Guidelines*. URL: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (дата обращения: 08.07.2026).
- [9] *Assessing the Consequences of Dam Failure: A How-To Guide*. FEMA, 2012. URL: <https://damsafety.org/sites/default/files/files/FEMA%20TM%20AssessingtheConsequencesofDamFailure%20March2012.pdf> (дата обращения: 08.07.2026).
- [10] Приказ Ростехнадзора от 15.11.2024 № 347 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411300010> (дата обращения: 08.07.2026).

References:

- [1] *Federal Law of July 21, 1997 No. 117-FZ «On the Safety of Hydraulic Structures»*. // SPS ConsultantPlus. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/ (accessed: June 9, 2026).
- [2] Nasser R., Tzioutzios D., Liu Y. *Statistical Analysis of Global Dam Accidents in the 21st Century* // *Water Resources Management*. 2025. Vol. 39. P. 6493-6516.
- [3] Moreno-Rodenas A., Mantilla-Jones J.D., Valero D. *Age, climate, and economic disparities drive the current state of global dam safety* // *Nature Water*. 2025. Vol. 3. P. 284-295.
- [4] Flyvbjerg B. *The Oxford Handbook of Megaproject Management*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- [5] SP 58.13330.2019. *Hydraulic Structures. Basic Provisions*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/564542210> (Accessed: 08.07.2026).
- [6] SP 39.13330.2012. *Earth Dams*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200095521> (Accessed: 08.07.2026).

[7] GOST R 58771-2019. Risk Management. Risk Assessment Technologies. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (accessed: 08/07/2026).

[8] ISO 31000:2018. Risk management - Guidelines. URL: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (accessed: 08/07/2026).

[9] Assessing the Consequences of Dam Failure: A How-To Guide. FEMA, 2012. URL: <https://damsafety.org/sites/default/files/files/FEMA%20TM%20AssessingtheConsequencesofDamFailure%20March2012.pdf> (accessed: 08/07/2026).

[10] Order of Rostekhnadzor dated 15.11.2024 No. 347 // Official Internet Portal of Legal Information. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411300010> (date of access: 08.07.2026).



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru