

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОПРИВОДОВ ШЛЮЗОВ СУДОХОДНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

© 2018 **Гнеденко Владимир Васильевич**

доктор технических наук, профессор кафедры экономики, организации и стратегии развития предприятия Самарский государственный экономический университет 443001, Россия, г. Самара, ул. Советской Армии, 141

© 2018 **Морозов Виктор Николаевич**

кандидат технических наук генеральный директор ООО «ТЕХТРАНССТРОЙ» 443051, Россия, г. Самара, ул. Гвардейская улица, 12

© 2018 **Павлович Игорь Львович**

ведущий инженер лаборатория гидромеханики Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева 443086, Россия, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34

© 2018 **Чудаева Александра Александровна**

кандидат экономических наук, доцент кафедра экономики, организации и стратегии развития предприятия Самарский государственный экономический университет 443001, Россия, г. Самара, ул. Советской Армии, 141
E-mail: gnedenko@mail.ru, ttst@tts63.ru, igorip@mail.ru, hudaeva@inbox.ru

В представленной статье авторами предложен подход к оценке технических и инвестиционных рисков при реконструкции гидроприводов шлюзов судоходных гидротехнических сооружений. В соответствии с приводимым алгоритмом оценка инвестиционных рисков должна базироваться на отчетных или прогнозных данных о поведении технической системы.

Ключевые слова: судоходные гидротехнические сооружения, реконструкция гидроприводов шлюзов СГТС, технические риски, инвестиционные риски, оценка рисков

В настоящее время реализуется федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)», в рамках которой осуществляется подпрограмма «Внутренний водный транспорт», направленная на достижение таких целей, как:

- развитие современной и эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение товародвижения и снижение транспортных издержек в экономике;
- повышение конкурентоспособности транспортной системы Российской Федерации и реализация транзитного потенциала страны;
- повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы Российской Федерации.

Для того, чтобы поставленные цели были достигнуты, в подпрограмму включены мероприятия по комплексной реконструкции судоходных гидротехнических сооружений (СГТС),

имеющих предельный износ конструктивных элементов, требующих их полной замены с изменением технических параметров, улучшающих эксплуатационные показатели работы.

Совершенствование эксплуатационных показателей работы СГТС заключается, по нашему мнению, в снижении количества выходов из строя оборудования, участвующего в работе СГТС, и уменьшении затрат, связанных с использованием нового оборудования, по сравнению с затратами, имевшими место до реконструкции. При этом следует сказать о том, что затраты на приобретение и эксплуатацию оборудования, имеют разный характер — первые являются единовременными, а вторые текущими. Однако и те, и другие напрямую зависят от технических параметров оборудования. Очевидно, что чем более качественным, технически надежным и инновационным будет оборудование, тем более высокими будут единовременные затраты,

и тем меньшими будут затраты текущие.

Таким образом, в рамках осуществления модернизации оборудования СГТС необходимо проводить оценку технических и инвестиционных рисков. Под инвестиционным риском, по нашему мнению, следует понимать опасность потенциально возможной потери инвестором ресурсов, недополучение доходов (или даже убытков) по сравнению с вариантом, который рассчитан на оптимальное использование ресурсов. Технические риски — это часть инвестиционных рисков, т.е. один из видов инвестиционных рисков.

Инвестиционные риски классифицируют по-разному. В зависимости от того, какая неопределенность (полная или статистическая) порождает инвестиционные риски, их можно разделить на два вида — риски, проявление которых характеризуется статистическими закономерностями, и риски, о проявлении которых в предшествующих периодах нет статистических данных. Технические риски, как правило, относятся к предсказуемым.

Рассмотрим вопросы оценки технических и инвестиционных рисков на примере модернизации гидроприводов шлюзов на Балаковском СГТС.

На Балаковском СГТС в течение навигационного периода ведется журнал дефектов, неполадок, сбоев, в котором фиксируются:

- дата и время наступления неполадки, сбоя или проявления дефекта;
- краткое содержание неисправности в работе электромеханического оборудования и со-

оружения;

- продолжительность задержки флота и удлинения времени шлюзования; кто поставлен в известность (с указанием даты и времени, а также должности и ФИО);
- подпись сообщившего лица о случившемся;
- отметка об устранении неисправности (с указанием даты и времени, содержания работы и росписи устранившего неисправность).

Сводные данные о количестве дефектов, неполадок, сбоев на шлюзах Балаковского СГТС и изменение показателей относительно 2015 г. отражены в табл. 1.

Как показывают данные табл. 1, количество дефектов, неполадок, сбоев на шлюзах Балаковского СГТС, происходящих во время навигационного периода, незначительно. Данные были проанализированы относительно 2015 года, т.к. навигационный период 2016 года еще не был завершен в момент сбора информации на Балаковском СГТС. Наблюдалось снижение количества неполадок в период с 2011 по 2014 гг, что, по всей видимости, обусловлено снижением количества судов, проходящих через шлюзы (а, значит, и количества шлюзований), а также работой только одного из шлюзов. На основании приведенных в табл. 1 значений можно прийти к выводу, что в годы, когда работали оба шлюза Балаковского СГТС, количество дефектов, неполадок и сбоев увеличивалось.

В журнале дефектов, неполадок, сбоев, который ведется на Балаковском СГТС, приводится и краткое содержание неисправности в работе

Таблица 1. Количество дефектов, неполадок, сбоев на шлюзах Балаковского СГТС и изменение показателей относительно 2015 г.* (согласно данным журнала дефектов, неполадок, сбоев, который ведется на Балаковском СГТС)

год	количество дефектов, неполадок, сбоев			по сравнению с 2015 г, %	изменение% в сравнении с 2015 (базисным) годом
	шлюз № 25	шлюз № 26	шлюзы № 25–26, общая величина		
2009	10	4	14	200,00	100,00
2010	3	4	7	100,00	0,00
2011	5	4	9	128,57	28,57
2012	3	-	3	42,86	-57,14
2013	-	1	1	14,29	-85,71
2014	-	6	6	85,71	-14,29
2015	2	5	7	100	
ВСЕГО ЗА ПЕРИОД С 2009 ПО 2015 ГГ	23	24	47		

*На момент проведения сбора информации навигационный период 2016 г. не был завершен

электромеханического оборудования и сооружения, а также содержание работ по устранению неисправности. Как показывают данные журнала, самым часто встречающимся отказом в работе СГТС являются неполадки в работе ворот и оборудования, установленного на них. Таким образом, можно вероятность отказа в работе гидроэлектромеханического оборудования использовать как самую вероятную в работе системы.

Сбой в работе СГТС способен привести к задержкам времени шлюзования. И если на одних участках Волги эти задержки не значительны и не могут повлечь за собой серьезные экономические последствия, то на других участках простои занимают и без неисправностей в работе шлюза очень значительное время (Городецкий шлюз, например), а, как следствие, приводят к потерям. Достоверно величину потерь оценить на Волге трудно, хотя попытки предпринимаются [1]. Величина потерь будет обусловлена удлинением времени шлюзования, и, как следствие, продолжительностью задержки флота.

Согласно данным журнала дефектов, неполадок, сбоев Балаковского СГТС среднее время задержки флота и удлинения времени шлюзования за период с 2009 по 2015 г. варьируется от 11 минут до 55. Проведенные расчеты показали, что среднее время шлюзования составляет 11–12 минут. И при том количестве судов, которое проходит через шлюзы Балаковского СГТС, полученные значения не играют большой роли. Количество судов, прошедших в 2014–2015 гг через шлюзы на Балаковском СГТС, представлено в табл. 2.

На основании данных, приведенных в табл. 1–2, а также сведений о поведении гидроэлектромеханического оборудования, отраженных в журналах учета, которые ведутся на

Балаковском СГТС, можно рассчитать вероятности выхода из строя этого оборудования. Данная вероятность напрямую связана с вероятностью потерь времени и денег, обусловленных наступлением события, выводящего оборудование из строя. Однако эти величины в расчетах эффективности будут справедливы для оборудования, аналогичного по своим техническим характеристикам тому, что было установлено на Балаковском СГТС в периоды времени сбора информации.

Модернизация СГТС предполагает установку более совершенного по своим характеристикам оборудования. Это значит, что данные о поведении имеющейся технической системы можно применять в качестве базы для сравнения, ориентира, который следует использовать при определении рисков в работе нового поколения — риск выхода из строя нового оборудования должен быть ниже риска выхода из строя оборудования предыдущего поколения.

Определение риска выхода из строя нового оборудования, предлагаемого к установке на СГТС в рамках проведения модернизации, должно осуществляться компанией-разработчиком нового оборудования. Риск отказа гидро-электромеханического оборудования, предлагаемого к установке на Балаковском СГТС самарской компанией «Техтрансстрой», может быть рассчитан на основе данных об интенсивности отказов элементов гидроприводов (гидромеханическая часть). Согласно научно-техническим материалам технического совещания по оптимизации конструкции гидропривода [2], суммарный коэффициент интенсивности отказов элементов гидросистемы λ_0 равен $267.14 \cdot 10^{-6}$ час⁻¹ для динамического нагружения ворот, максимальный, для статического нагружения, минимальный, λ_0 равен $33.076 \cdot 10^{-6}$ час⁻¹ и средний λ_0

Таблица 2. Количество судов, прошедших в 2014–2015 гг через шлюзы на Балаковском СГТС

№ шлюза	Кол-во судов, прошедших в год через шлюзы	Сроки работы шлюзов в навигацию	Продолжительность навигационного периода, дни	Среднее количество судов, проходивших через шлюз
2014				
шлюз № 25	-	с 10 апреля по 24 ноября	229	25
шлюз № 26	5725			
итого	5725			
2015				
шлюз № 25	2295	с 7 апреля по 24 ноября	232	20,97
шлюз № 26	2570			
итого	4865			

равен $146^{**}10^{-6}$ час-1.

В рамках оценки технических и инвестиционных рисков проекта реконструкции СГТС три варианта интенсивности отказов следует, по нашему мнению, принять за основу расчета трех сценариев развития этого проекта. Сценарный анализ является одним из подходов к оценке рисков в рамках инвестиционного проектирования, разновидностью анализа чувствительности.

Вероятность отказа (P_0) в работе гидросистемы (риск выхода из строя) может быть рассчитана по формуле:

$$P_0 = 1 - P_6 = 1 - \exp^{-\lambda t} \tag{1}$$

где:

P_0 — вероятность отказа в работе гидросистемы (выхода из строя оборудования),

P_6 -вероятность безотказной работы гидросистемы,

λ — интенсивность отказов,

t — общее время работы гидросистемы за период эксплуатации (определяется на основании данных о продолжительности расчетного периода проекта реконструкции).

Расчитанные по формуле (1) вероятности наступления отказа в работе гидросистемы в течение навигационного периода при различной интенсивности отказов представлены в табл. 3. В качестве расчетного периода проекта (жизненного цикла инвестиционного проекта) реконструкции принят срок службы гидроэлектромеханического оборудования шлюзов для Балаковского СГТС, который, по мнению разработчиков, составит 8 лет.

Определенные при различной интенсивности отказов вероятности следует учитывать в расчетах эффективности инвестиционного проекта реконструкции. На наш взгляд, веро-

ятности отказа в работе оборудования следует увязать с затратами на ремонт, который будет иметь место быть в том случае, если наступит отказ в работе технической системы.

Известно, что риски в оценке эффективности проектов находят отражение не только в рамках сценарного анализа, анализа чувствительности, но и при обосновании нормы дисконта, используемой для оценки инвестиционного проекта реконструкции. Но единого мнения о том, в каком размере следует учитывать риски в норме дисконта, ни в литературе, ни на практике не существует. Очевидно, что проект реконструкции из-за применения нового, инновационного, оборудования можно признать инновационным, а это значит, что норма дисконта, используемая для оценки эффективности такого проекта, должна быть более высокой по сравнению с проектами, ориентированными на использование оборудования с уже существующей технологией.

В рамках оценки технических и инвестиционных рисков при реконструкции гидроприводов шлюзов СГТС помимо проблемы определения нормы дохода существуют и другие. Они связаны с определением величин, формирующих потоки денежных средств, на основе которых определяется экономическая эффективность проекта реконструкции. К таким параметрам следует отнести — затраты на ремонт оборудования, доходы от оказываемых СГТС услуг, пропускная способность СГТС и др. И здесь во избежание двойного или даже тройного учета одних и тех же рисков следует помнить, что часть инвестиционных и технических рисков отражается проектостроителем на стадии определения исходной информации по проекту. Это предусматривает резервирование оборудования, страхование имущества и т.п.

Таблица 3. Вероятности наступления отказа в работе гидросистемы в течение навигационного периода при трех вариантах интенсивности отказов элементов гидроприводов (гидромеханическая часть)

Интенсивность отказов элементов гидроприводов (гидромеханическая часть)	Номер шага (года) расчетного периода							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda=33,074 \cdot 10^{-6}$	0,018	0,036	0,053	0,070	0,087	0,104	0,120	0,136
$\lambda=146,405 \cdot 10^{-6}$	0,078	0,149	0,215	0,276	0,332	0,384	0,432	0,476
$\lambda=267,14 \cdot 10^{-6}$	0,137	0,255	0,357	0,446	0,522	0,587	0,644	0,693

Библиографический список

1. *Шишкин А.А.* Повышение эффективности использования флота в шлюзованных системах: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Нижний Новгород, 2011.
2. Гидропривод ворот и затворов шлюзов судоходных гидротехнических сооружений /Сборник научно-технических материалов технического совещания по оптимизации конструкции гидропривода (6 марта 2013 г.), г. Самара

Поступила в редакцию 27.03.2018 г.