

УДК: 626/627.01.34.096

DOI: [10.37153/2618-9283-2023-4-59-83](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2023-4-59-83)

Проектирование, строительство и реконструкция сейсмостойких зданий и сооружений

Управление сроком эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций

Калиберда Инна Васильевна¹, Пименов Владимир Иванович²

¹ ФБУ «Научно-технический центр Энергобезопасность». Москва, Российская Федерация

² Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.
Москва, Российская Федерация

Аннотация.

Введение. В последние годы актуальным стал вопрос о необходимости принятия решений в отношении гидротехнических сооружений гидроэлектростанций (далее – ГТС ГЭС), находящихся на этапе эксплуатации, расчетный срок службы которых закончился.

Цель. Акцентировать внимание на отсутствии норм и правил установления назначенного срока эксплуатации гидротехнических сооружений, на важности обеспечения нормативного регулирования созданием правил для определения расчетного срока службы и назначенного срока эксплуатации, критериев возможности их продления, а также наметить оптимальный подход к управлению сроком эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций во время их эксплуатации.

Материалы и методы. Рассмотрены федеральные законы, иные нормативные правовые акты на предмет наличия в них положений и требований по назначению сроков службы, критериев возможности продления сроков службы ГТС объектов разного назначения, в том числе ГТС ГЭС. Согласно СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» назначенный расчетный срок службы ГТС первого и второго классов составляет 100 лет, ГТС третьего и четвертого классов – 50 лет. Эта норма установлена в 2013 году. Изложены термины и определения срока службы, срока эксплуатации.

Результаты. Приводится аналитический обзор о состоянии нормативного обеспечения в Российской Федерации для целей определения срока эксплуатации ГТС ГЭС, информация о практике принятия решений за рубежом по управлению сроками эксплуатации на этапе эксплуатации ГТС, их консервации, реконструкции, ликвидации. Рассмотрен опыт управления сроками эксплуатации на атомных станциях. Сформулированы предложения по управлению сроками эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций, когда превышен назначенный расчетный срок службы ГТС ГЭС.

Выводы. Сформулированы предложения по обеспечению нормативного регулирования в целях

@ I.V. Kaliberda, V.I. Pimenov, 2023

определения срока эксплуатации, критериев возможности продления срока эксплуатации, а также управления назначенным сроком эксплуатации гидротехнических сооружений ГЭС в процессе их эксплуатации.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, проектирование, эксплуатация, реконструкция, ликвидация, срок службы, срок эксплуатации, управление сроком эксплуатации, безопасность, нормативные документы

Для цитирования: Калиберда И.В., Пименов В.И. Управление сроком эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2023. № 4. С. 59–83

DOI [10.37153/2618-9283-2023-4-59-83](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2023-4-59-83)

Design, building and reconstruction of a seismic constructions

Management of the period of operation of hydro engineering facilities of hydro power plants

Kaliberda Inna V.¹, Pimenov Vladimir I.²

¹Federal Budgetary Enterprise “Scientific and Engineering Centre for Energy Safety”.
Moscow, Russian Federation

²Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision.
Moscow, Russian Federation

Abstract.

Introduction. In recent years, the issue of the need to make decisions regarding hydraulic structures of hydroelectric power plants (hereinafter referred to as GTS HPP) that are in operation, the estimated service life of which has ended, has become relevant.

Aim. To focus attention on the lack of norms and rules for establishing the designated period of operation of hydraulic structures, on the importance of ensuring regulatory regulation by creating rules for determining the design service life and designated period of operation, criteria for the possibility of their extension, and also to outline an optimal approach to managing the period of operation of hydraulic structures of hydroelectric power plants during their operation.

Materials and method. Federal laws and other regulatory legal acts are considered for the presence in them of provisions and requirements for the purpose of service life and period of operation, criteria for the possibility of extending the designated period of operation of GTS facilities for various purposes, including GTS hydroelectric power plants. According to SP 58.13330.2019 "Hydraulic structures. The main provisions. Updated version of SNiP 33-01-2003" the assigned estimated service life of the first and second class GTS is 100 years, the third and fourth class GTS is 50 years. This norm was established in 2013. The terms and definitions of service life, designated period of operation.

Results. An analytical review is provided on the state of regulatory support in the Russian Federation in order to determine the rules for designate period of operation of hydraulic structures, information on the practice of decision-making abroad on managing the designated period of operation of hydraulic structures, their conservation, reconstruction or liquidation. The experience of managing the designated period of operation of nuclear power plants is considered. Proposals have been formulated for

managing the established period of operation of hydraulic structures of hydroelectric power stations when the service life of hydraulic structures of hydroelectric power stations is exceeded.

Conclusions. Proposals have been formulated to ensure regulatory regulation for the purpose of determining the period of operation, criteria for the possibility of extending the period of operation, and managing the designated period of operation of hydraulic structures of hydroelectric power stations during their operation.

Keywords: hydraulic structures, design, operation, reconstruction, liquidation, service life, designated period of operation, management of designated period of operation, safety, regulatory documents

For citation: I.V. Kaliberda, V.I. Pimenov Life management of hydro engineering facilities of hydro power plants. *Earthquake engineering. Constructions safety*. 2023, no. 4, pp. 59–83. [In Russian]

DOI [10.37153/2618-9283-2023-4-59-83](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2023-4-59-83)

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации комплексы гидротехнических сооружений (далее – ГТС) на многих гидравлических электрических станциях (далее – гидроэлектростанции, ГЭС) находятся в эксплуатации длительное время. Если основное оборудование ГЭС можно модернизировать или заменить, то проблема возможности бессрочной эксплуатации ГТС ГЭС не может быть решена без достаточных обоснований их безопасности, а в ряде случаев без необходимости проведения реконструкции ГТС. Вопрос о том, как долго можно продолжать безопасно эксплуатировать ГТС ГЭС, находящиеся длительное время в эксплуатации, в том числе ГТС третьего и четвертого классов некоторых ГЭС, которые эксплуатируются за пределами нормативно назначенных в последние годы расчетных сроков службы, является актуальным.

1. НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Для выявления наличия положений и требований по назначению проектных (расчетных) сроков службы, сроков эксплуатации, критериев возможности продления сроков эксплуатации зданий и сооружений, в том числе ГТС ГЭС, оценки их достаточности был проведен обзор положений федеральных законов Российской Федерации, иных нормативных правовых актов, результаты которого описываются ниже.

Федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»

Рассмотрены положения Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее – ГК РФ) [1] в части, касающейся проектной документации, так как в проектной документации, по нашему мнению, должны (или могут) содержаться требования по наличию в ней сведений о проектом сроке службы сооружения.

Согласно статье 49 ГК РФ состав и требования к содержанию разделов проектной документации, устанавливаются Правительством Российской Федерации. В дефисах 1 – 3 статьи 49 ГК РФ изложены общие положения, которые должны учитываться при разработке проектной документации. Подготовка проектной документации осуществляется на основании задания застройщика или технического заказчика на проектирование. В составе проектной

документации должен быть проект организации строительства, в том числе по сносу объекта капитального строительства (применяется термин «снос», а не «ликвидация»). Проектная документация должна включать раздел «Смета на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объекта капитального строительства». В пункте 4 устанавливаются особенности финансирования; в пункте 5 указывается на необходимость включать в состав проектной документации разделы проектной документации, предусмотренные федеральными законами, распространяющимися на опасные производственные объекты; особо опасные, технически сложные, уникальные объекты; объекты использования атомной энергии; объекты обороны и безопасности. В проектную документацию должны включаться перечни мероприятий по гражданской обороне, по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, по противодействию терроризму.

В постановлении Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 6 мая 2023 года) изложены требования к составу и содержанию проектной документации, детализированные в отношении разных типов объектов капитального строительства.

Таким образом, состав и содержание проектной документации дифференцируются применительно к различным видам объектов капитального строительства, а также в зависимости от назначения объектов капитального строительства, видов работ (строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства), их содержания, источников финансирования работ и выделения отдельных этапов строительства, реконструкции. Проектная документация должна проходить государственную или негосударственную экспертизу.

В статье 49 ГК РФ вся ответственность за состав и содержание проектной документации, за внесение в неё изменений, проведение её экспертизы ложится на застройщика (технического заказчика). В то же время застройщик (технический заказчик) не имеют права на внесение изменений в проектную документацию после получения заключения органа государственного строительного надзора о соответствии построенного, реконструированного объекта капитального строительства требованиям проектной документации.

В статье 52 ГК РФ указывается, что строительство, реконструкция объектов капитального строительства, а также их капитальный ремонт «регулируются настоящим Кодексом, другими федеральными законами и принятыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, договорами строительного подряда». «Отклонение параметров объекта капитального строительства от проектной документации, необходимость которого выявилась в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта такого объекта, допускается только на основании вновь утверждённой застройщиком, техническим заказчиком, лицом, ответственным за эксплуатацию здания, сооружения, или региональным оператором проектной документации после внесения в нее соответствующих изменений в соответствии с настоящим Кодексом, в том числе в порядке, предусмотренном частями 3.8 и 3.9 статьи 49 настоящего Кодекса». В статье 55.24 ГК РФ установлены требования к эксплуатации зданий, сооружений.

Анализ содержания Градостроительного кодекса Российской Федерации не выявил положений, касающихся установления сроков службы (сроков эксплуатации) зданий и сооружений. Из этого следует, что именно заказчик (застройщик) объекта капитального строительства определяет в техническом задании на проектирование условия и требования к объекту, к его эксплуатации. В целях обеспечения безопасности зданий, сооружений на этапе жизненного цикла – эксплуатация должны обеспечиваться техническое обслуживание зданий, сооружений, эксплуатационный контроль, текущий ремонт зданий, сооружений в целях обеспечения надлежащего технического состояния таких зданий, сооружений. Под надлежащим

техническим состоянием зданий, сооружений понимаются поддержание параметров устойчивости, надежности зданий, сооружений, а также исправность строительных конструкций, систем инженерно-технического обеспечения, сетей инженерно-технического обеспечения, их элементов в соответствии с проектной документацией.

Федеральный закон от 23 декабря 2009 г № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений»

Федеральный закон от 23 декабря 2009 г № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений (далее – Федеральный закон № 384-ФЗ) [2] был принят в 2009 году.

Обратимся первоначально к статье 42 «Заключительные положения» этого закона, так как это важно для понимания применения Федерального закона № 384-ФЗ к зданиям и сооружениям, находящимся в эксплуатации. В статье 42 установлено, что «Требования к зданиям и сооружениям, а также к связанным со зданиями и с сооружениями процессам проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса), установленные настоящим Федеральным законом, не применяются вплоть до реконструкции или капитального ремонта здания или сооружения к следующим зданиям и сооружениям:

1) к зданиям и сооружениям, введенным в эксплуатацию до вступления в силу таких требований;

2) к зданиям и сооружениям, строительство, реконструкция и капитальный ремонт которых осуществляются в соответствии с проектной документацией, утвержденной или направленной на государственную экспертизу до вступления в силу таких требований;

3) к зданиям и сооружениям, проектная документация которых не подлежит государственной экспертизе и заявление о выдаче разрешения на строительство которых подано до вступления в силу таких требований.».

Таким образом, к находящимся в эксплуатации гидротехническим сооружениям, в том числе введенным в эксплуатацию до 2009 года, до принятия решения по изменению жизненного цикла с «эксплуатации» на «реконструкцию» требования этого закона не применяются.

Федеральный закон № 384-ФЗ не распространяется «на безопасность технологических процессов, соответствующих функциональному назначению зданий и сооружений. Учету подлежат лишь возможные опасные воздействия этих процессов на состояние здания, сооружения или их частей».

Объектом технического регулирования в Федеральном законе являются здания и сооружения любого назначения (в том числе входящие в их состав сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения), а также связанные со зданиями и с сооружениями процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса).

Как видим, применяется как и в Градостроительном Кодексе Российской Федерации термин «снос», «утилизация», а не «ликвидация», «вывод из эксплуатации», которые используются в других нормативных правовых актах Российской Федерации.

Ниже приводятся термины, включенные в Федеральный закон № 384-ФЗ в числе прочих терминов, которые в дальнейшем будут использоваться в настоящей статье.

Жизненный цикл здания или сооружения – период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

Предельное состояние строительных конструкций – состояние строительных конструкций здания или сооружения, за пределами которого дальнейшая эксплуатация здания или сооружения опасна, недопустима, затруднена или нецелесообразна либо восстановление работоспособного состояния здания или сооружения невозможно или нецелесообразно.

Сооружение – результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

Строительная конструкция – часть здания или сооружения, выполняющая определенные несущие, ограждающие и (или) эстетические функции.

Уровень ответственности – характеристика здания или сооружения, определяемая в соответствии с объемом экономических, социальных и экологических последствий его разрушения.

Далее рассмотрим положения и требования Федерального закона № 384-ФЗ, чтобы выявить требования, которые имеют отношение к срокам службы (срокам эксплуатации) зданий и сооружений.

В статье 4 Федерального закона № 384-ФЗ перечислены признаки для идентификации зданий и сооружений. В их числе следующие признаки: назначение; принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность; возможность опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий на территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения; принадлежность к опасным производственным объектам; пожарная и взрывопожарная опасность; наличие помещений с постоянным пребыванием людей; уровень ответственности.

В результате идентификации здания или сооружения по признаку «уровень ответственности» здание или сооружение должно быть отнесено к одному из следующих уровней ответственности: повышенный; нормальный; пониженный. Приводится пояснение для определения уровня ответственности. Этими идентификационными признаками должен руководствоваться застройщик (технический заказчик) при подготовке задания на выполнение инженерных изысканий для строительства здания или сооружения и задания на проектирование. Идентификационные признаки должны использоваться также лицом, осуществляющим подготовку проектной документации, в текстовых материалах в составе проектной документации, передаваемой по окончании строительства на хранение собственнику здания или сооружения.

Согласно статье 15 «Общие требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации» в проектной документации в составе исходных данных для проектирования должен быть указан уровень ответственности проектируемого здания или сооружения. Проектная документация здания или сооружения должна использоваться в качестве основного документа при принятии решений об обеспечении безопасности здания или сооружения на всех последующих этапах жизненного цикла здания или сооружения.

В статье 16 «Требования к обеспечению механической безопасности здания или сооружения» установлено, что выполнение требований механической безопасности в проектной документации здания или сооружения должно быть обосновано расчетами и иными способами, подтверждающими, что в процессе строительства и эксплуатации здания или сооружения его строительные конструкции и основание не достигнут предельного состояния по прочности и устойчивости при учитываемых вариантах одновременного действия нагрузок и воздействий. Приводится список предельных состояний строительных конструкций и основания по

прочности и устойчивости. В этом списке четыре состояния: разрушение любого характера; потеря устойчивости формы; потеря устойчивости положения; нарушение эксплуатационной пригодности с угрозой причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений. При этом в процессе обоснования выполнения требований механической безопасности должны быть учтены следующие расчетные ситуации:

1) установившаяся ситуация, имеющая продолжительность того же порядка, что и срок эксплуатации здания или сооружения, в том числе эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса;

2) переходная ситуация, имеющая меньшую по сравнению со сроком эксплуатации здания или сооружения продолжительность, в том числе строительство, реконструкция, капитальный ремонт здания или сооружения.

Как видим, в статье 16 имеется обращение к «сроку эксплуатации здания или сооружения» на этапе жизненного цикла – эксплуатация.

Расчеты, обосновывающие безопасность принятых конструктивных решений здания или сооружения, должны быть проведены с учетом уровня ответственности проектируемого здания или сооружения. С этой целью расчетные значения усилий в элементах строительных конструкций и основании здания или сооружения должны быть определены с учетом коэффициента надежности по ответственности, которое не должно быть ниже для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности – 1,1; для зданий и сооружений нормального уровня ответственности – 1,0; для зданий и сооружений пониженного уровня ответственности – 0,8.

В статье 33 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» изложены требования к предупреждению действий, вводящих в заблуждение приобретателей. В этой статье указывается, что в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в проектной документации здания или сооружения должна содержаться следующая информация: идентификационные признаки здания или сооружения; срок эксплуатации здания или сооружения и их частей; показатели энергетической эффективности здания или сооружения; степень огнестойкости здания или сооружения.

Как видим, в статье 33 установлено, что в проектной документации должен быть указан «срок эксплуатации здания или сооружения и их частей».

В статье 38 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» изложены общие положения для оценки соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса). В их числе требования о получении подтверждений о соответствии проектной документации результатов инженерных изысканий; характеристик здания или сооружения, строительство которых завершено, перед вводом здания или сооружения в эксплуатацию.

Также установлено требование о проведении периодического удостоверения соответствия характеристик эксплуатируемого здания или сооружения требованиям этого Федерального закона и проектной документации для подтверждения возможности дальнейшей эксплуатации здания или сооружения.

Таким образом, Федеральный закон от 23 декабря 2009 г № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений» содержит требование об указании срока эксплуатации здания, сооружения, его частей. И это является ответственностью застройщика, заказчика и проектной организации, осуществляющей разработку проекта. Также следует обратить внимание на то, что в статье 16 Федерального закона № 384-ФЗ даны определения «установившейся ситуации» и «переходной ситуации», продолжительность которых в неявном

виде назначается через «сроки эксплуатации». Но напомним, что в соответствии со статьёй 42 Федерального закона № 384-ФЗ требования этого закона не применяются «вплоть до реконструкции или капитального ремонта здания или сооружения».

Нужно полагать, что срок эксплуатации для находящихся в эксплуатации ГТС, входящих в состав комплекса ГТС ГЭС, не устанавливался или устанавливался проектировщиком для проведения в отношении них расчетных обоснований предполагая, что в продолжении какого-то периода эксплуатации сооружение или его части не достигнут предельных состояний. Но после реконструкции согласно Федеральному закону № 384-ФЗ срок эксплуатации должен быть определён и установлен «в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей».

СП 255.1325800.2017. «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения»

В 2016 году был разработан СП 255.1325800.2017. «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» и введен в действие с 25 февраля 2017 г. [3]. Его целью является нормативное обеспечение разделов по эксплуатации Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент по безопасности зданий и сооружений».

В этом Своде правил приводится термин «расчетный срок службы» и дано его определение.

«Расчетный срок службы: установленный в строительных нормах или в задании на проектирование период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции с предусмотренным техническим обслуживанием. Расчетный срок службы отсчитывается от начала эксплуатации объекта или возобновления его эксплуатации после капитального ремонта или реконструкции.» (пункт 3.9. СП 255.1325800.2017).

В пунктах 5.7 и 5.8. СП 255.1325800.2017 приводятся рекомендации по установлению расчетных сроков службы. Там же в таблице 5.1. приводятся рекомендуемые сроки службы зданий (сооружений), которые должны быть определены генпроектировщиком по согласованию с заказчиком. При этом примерные расчетные сроки службы для производственных зданий и сооружений могут быть не менее 50 лет, а для уникальных сооружений могут быть от 100 лет и выше.

В пункте 6.3 СП 255.1325800.2017 также записано, что раздел проектной документации «Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства» должен содержать сведения «о сроках эксплуатации здания или сооружения и его частей». Следует обратить внимание на то, что речь идёт о сроках эксплуатации. Также в пункте 8.4 раздела «Организационные основы эксплуатационного контроля» записано, что «комплексные обследования технического состояния зданий (сооружений) дополнительно проводят «по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий (сооружений)». В пункте 8.4 перечисляются и другие причины, которые обязывают проводить комплексные обследования.

Согласно пункту 9.3 СП 255.1325800.2017 рекомендуется использовать два основных метода обслуживания: по ресурсу (профилактическое обслуживание) и по состоянию (предупредительное обслуживание). В приложении Б приводится информация для выбора метода обслуживания с целью обеспечения безопасности с учетом преимуществ и недостатков каждого из методов. В приложении «Г» СП 255.1325800.2017 дана информация о продолжительности эффективной эксплуатации зданий (сооружений), при этом наибольшая продолжительность составляет 20–25 лет. Означает ли это, что по истечению этих сроков

должны приниматься меры по продлению сроков эксплуатации, если это может быть обосновано доказательствами безопасности.

СП 58.13330.2019. «Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 33-01-2003»

Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» был принят 30 декабря 2009 года, введён в действие в 2010 году. В пункте 5 статьи 42 этого федерального закона установлено, что уполномоченный федеральный орган исполнительной власти не позднее 1 июля 2012 года осуществляет актуализацию строительных норм и правил, признаваемых в соответствии с настоящим Федеральным законом сводами правил и включенных в утверждаемый Правительством Российской Федерации и указанный в части 1 статьи 6 настоящего Федерального закона перечень национальных стандартов и сводов правил.

В связи с этим требованием были внесены в СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» изменения и дополнения, в том числе касающиеся установления расчетных сроков службы гидротехнических сооружений. В главу 8 «Основные расчетные положения», в раздел «Обоснование надежности и безопасности гидротехнических сооружений» СП 58.13330.2012 был включен пункт 8.20 следующего содержания. «Гидротехнические сооружения, их конструкции и основания, как правило, надлежит проектировать таким образом, чтобы условие недопущения наступления предельных состояний соблюдалось на всех этапах строительства и эксплуатации, в том числе и в конце расчетного срока их службы. Расчетные сроки службы основных гидротехнических сооружений гидроузла в зависимости от их класса должны приниматься равными: для сооружений I и II классов – 100 лет; III и IV классов – 50 лет».

В 2019 году была введена в действие актуализированная редакция СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» [4], в котором пункт 8.20 переместился в пункт 8.21. Изложенные в этом пункте положения уточнены и дополнены. Но они также распространяются на этап «проектирование». Заменён «класс» ГТС на «класс ответственности» ГТС.

В пункте 8.21. установлено следующее. «Расчетные сроки службы основных гидротехнических сооружений в зависимости от их класса ответственности следует принимать (если иное не определено в задании на проектирование) равными:

- для сооружений I и II классов ответственности – 100 лет;
- для сооружений III и IV классов ответственности – 50 лет».

В этом пункте также установлена возможность уменьшать при проектировании при надлежащем технико-экономическом обосновании назначенный срок службы отдельных конструкций и элементов сооружения, разрушение которых не влияет на сохранность основных сооружений. В проектной документации должны быть предусмотрены технические решения, обеспечивающие восстановление разрушенных и ремонт поврежденных конструкций и элементов сооружения. «Не менее чем за два года до истечения расчетного срока службы сооружения собственник (эксплуатирующая организация) должен выполнить работы по всестороннему обследованию его состояния и, при необходимости, по разработке проектной документации усиления (реконструкции) объекта или его ликвидации».

Однако согласно Федеральному закону «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в его заключительных положениях в статье 42 указывается, что требования этого закона не применяются «вплоть до реконструкции или капитального ремонта здания или сооружения». Поэтому установление сроков службы в 100 лет и 50 лет в зависимости от класса

ответственности не могут быть применены для большого числа ГТС ГЭС, находящихся в эксплуатации, тем более в длительной эксплуатации.

В Своде правил СП 58.13330.2019 не указывается, как применять «расчетный срок службы»: для отдельного ГТС или для каскада ГТС. Расчетный срок службы применим для целей проектирования, когда для каждого ГТС необходимо обеспечить его частям (элементам) и ГТС в целом нормативно установленный расчетный срок службы, хотя «допускается уменьшать при проектировании при надлежащем технико-экономическом обосновании назначенный срок службы отдельных конструкций и элементов сооружения, разрушение которых не влияет на сохранность основных сооружений».

Однако на этапах жизненного цикла объекта разные ГТС имеют разные условия эксплуатации, поэтому их ресурсы расходуются также не одинаково. В результате фактические сроки службы разных ГТС могут отличаться от расчетных сроков службы (для первого и второго классов ответственности – 100 лет, для третьего и четвертого класса ГТС – 50 лет).

В СП 58.13330.2019 отсутствуют положения о возможности продления срока безопасной эксплуатации ГТС ГЭС, как управлять сроками службы находящихся в эксплуатации ГТС и вновь проектируемых ГТС.

Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

В 1997 году был принят и введен в действие Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (далее – Федеральный закон № 117-ФЗ) [5], в котором установлены положения и нормы, направленные на обеспечение безопасности ГТС. Для гидротехнических сооружений в соответствии с Федеральным законом № 117-ФЗ эксплуатирующей организацией (собственником) осуществляется декларирование безопасности не реже одного раза в 5 лет, по результатам которого орган государственного надзора в области безопасности ГТС осуществляет выдачу разрешения на эксплуатацию (лицензию). Лицензионный срок указывается в разрешении на эксплуатацию ГТС и означает календарный период времени, по истечении которого безопасность эксплуатации ГТС должна быть снова подтверждена. В Федеральном законе № 117-ФЗ не содержится упоминаний о проектном (расчетном) сроке эксплуатации, а также положений, касающихся установления и применения на этапе эксплуатации ГТС ГЭС требований, ограничивающих эксплуатацию ГТС за пределами их расчетного срока службы.

В Федеральном законе № 117-ФЗ (редакция, утверждённая Федеральным законом от 29 мая 2023 г. № 191-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений») также отсутствуют положения, касающиеся срока службы (срока эксплуатации) ГТС и его контроля при эксплуатации ГТС. Введен термин «гидроузел - комплекс гидротехнических сооружений, объединённых по расположению и совместному функционированию в соответствии с проектной документацией». Это является полезным, так как безопасность ГТС на ГЭС является интегральной, обеспеченной безопасностью ГТС, составляющих комплекс ГТС, что также важно при определении срока эксплуатации не одного ГТС, а комплекса ГТС на гидроузле. Также установлено, что проектирование, строительство и реконструкция гидротехнических сооружений осуществляется в соответствии с проектной документацией, разработанной с учетом класса ответственности гидротехнических сооружений, устанавливаемого в соответствии с законодательством о техническом регулировании.

В статью 2 «Законодательство о безопасности гидротехнических сооружений» внесено изменение, касающееся введения нового типа нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти – федеральных норм и правил в области безопасности

гидротехнических сооружений, которые устанавливают обязательные требования. В их числе обязательные требования к безопасности технологических процессов при эксплуатации гидротехнических сооружений, за исключением требований, предъявляемых к безопасности технологических процессов, протекающих в основном и во вспомогательном оборудовании объектов электроэнергетики, урегулированных требованиями к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики.

В связи с этим, оборудование ГЭС (основное и вспомогательное) должно эксплуатироваться в соответствии с Федеральным законом от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике». Гидротехнические сооружения обеспечивают эксплуатацию оборудования с целью выработки электрической энергии. Из этого следует, что гидроузел в целом должен эксплуатироваться в соответствии с Федеральным законом № 117-ФЗ [5] и Федеральным законом от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [6].

Федеральный закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

В результате рассмотрения содержания Федерального закона от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (далее – Федеральный закон № 35-ФЗ) [6] не выявлено положений, содержащих применение терминов «срок службы», «срок эксплуатации» для объектов электроэнергетики, их конструкций и частей. Также отсутствуют ссылки на проектирование и строительство объектов электроэнергетики, включая гидроэлектростанции, что, соответственно, указывает на то, что проектирование и строительство должны осуществляться в соответствии с положениями Градостроительного кодекса Российской Федерации и Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Об этом также указывается в статье 42, в которой установлено, что «государственная экспертиза проектной документации объектов электроэнергетики, являющихся объектами капитального строительства, и государственный строительный надзор за строительством, реконструкцией, капитальным ремонтом этих объектов осуществляются в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности».

В Федеральном законе № 35-ФЗ содержатся положения по осуществлению деятельности при эксплуатации объектов электроэнергетики в большинстве случаев организационного и экономического характера. Уделяется внимание деятельности по «выводу в ремонт и из эксплуатации».

В Федеральном законе «Об электроэнергетике», отсутствуют какие-либо ссылки, касающиеся вывода из эксплуатации объекта электроэнергетики по причине превышения проектного срока службы (срока эксплуатации) основного оборудования и (или) комплекса гидротехнических сооружений, которые входят в состав гидроузла и являются основными компонентами объекта по производству электрической энергии.

В пункт 2 статьи 28 Федерального закона № 35-ФЗ включен в состав нормативных правовых актов наравне с другими типами документов тип документов «требования к безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок».

В отношении основного оборудования ГЭС разработан нормативный документ «СТО РусГидро 02.03.77-2015 «Гидроэлектростанции. Продление срока службы основного оборудования в процессе эксплуатации. Нормы и требования»» [7].

Но отсутствуют нормы и правила для обеспечения на этапе эксплуатации безопасности ГЭС, в состав которой входят основное оборудование, комплекс ГТС и обслуживающее ГТС гидромеханическое оборудование, работающие в составе единого технически сложного объекта, для которого необходимо установить требования к сроку службы (сроку эксплуатации),

его подтверждению на этапе эксплуатации и к оценке возможности продления срока эксплуатации.

2. НАЗНАЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА

Обзор положений и требований нормативной базы федерального уровня и иных нормативных правовых актов, распространяющихся на здания, сооружения, в том числе на ГТС ГЭС, показал, что отсутствует нормативная основа для назначения срока службы технически сложного объекта даже для вновь проектируемых зданий и сооружений. Конечно, существует практика, но она не нашла отражения в источниках информации. Всё решает заказчик проекта.

Поэтому целесообразно рассмотреть вопрос о том, как определяется (определялся) назначенный (нормативный, проектный, расчетный) срок службы и назначенный (нормативный, проектный, расчетный) срок эксплуатации при проектировании технически сложных объектов, включая ГЭС с комплексом ГТС. Являются ли эти термины и их понятия одинаковыми?

В стандарте ГОСТ Р - 53480 2009 (в 2022 году утратил силу в Российской Федерации) [8] приводятся термины и их определения в области надёжности, в число которых входят понятия амортизационного срока, гарантийного срока, срока службы, срока эксплуатации устройств (оборудования, объектов). В связи с тем, что иного стандарта не имеется, рассмотрим приведенные в нём термины, чтобы понять, как эти термины могли использоваться при проектировании объектов, находящихся уже длительное время в эксплуатации.

Амортизационный срок (период) — это срок возмещения стоимости основных фондов. Сюда входят все затраты, которые были понесены при создании объекта (продукции) до момента ввода в эксплуатацию, включая доставку, страхование в пути, растаможку, разгрузку, пуско-наладочные работы. Не входят НДС и акцизы.

У каждого объекта и у каждой продукции состав основных фондов различается. Поэтому у каждого вида основных фондов имеется свой период амортизации, в течение которого собственная стоимость объекта переносится на производимые с его помощью товары (продукцию), например для ГЭС – стоимость электрической энергии. По окончании такого периода организация должна накопить средства для технического перевооружения, финансовые средства для их восстановления или замены. По общему правилу амортизация начисляется только в период эксплуатации объекта. Годовая норма расчета амортизации оборудования исчисляется следующим образом:

$$A_{г} = ((\Phi - \Phi_{л}) / T_{н} \Phi) \times 100,$$

где: $A_{г}$ – годовая норма амортизации (в процентах);

$T_{н}$ – нормативный срок службы (в годах);

Φ – первоначальная стоимость объекта, отраженная в балансе.

Стоимость объекта определяется на дату его введения в эксплуатацию. Она состоит из цены приобретения, затрат на доставку и монтаж, последующих расходов на реконструкцию, модернизацию или расширение (в рублях);

$\Phi_{л}$ – ликвидационная стоимость объекта. Этот параметр отражает предполагаемую выручку от реализации объекта учета, либо его остатков после окончания срока эксплуатации (в рублях).

Установлено 10 групп амортизации оборудования (объекта), для которых определяется срок службы от 2-х до 30-ти лет и выше. Для ГТС наиболее подходящими являются группы № 9 и № 10.

Группа № 9 – время полезного использования объекта 25–30 лет соответствует зданиям с железобетонными перекрытиями, керамическим сетям, каменным хранилищам, очистным сооружениям.

Группа № 10 – время полезного использования объекта свыше 30 лет – самый долгий период использования принадлежит жилым зданиям, а также нежилым объектам капитального строительства, лесозащитным полосам и некоторым видам многолетних посадок деревьев.

Процедура определения амортизационного срока описана с использованием информации, опубликованной в журнале «Генеральный директор» [9].

Можно заключить, что амортизационный срок рассматривается как срок службы (срок эксплуатации). Чем длительнее этот срок, тем при прочих равных условиях меньше сумма ежегодных амортизационных отчислений и наоборот. Однако амортизационный срок имеет, в основном, экономический характер. И продолжительность расчетного срока службы для целей определения амортизационного срока определяется заказчиком с учетом возможностей и интересов заказчика. Поэтому можно предположить, что расчетный срок службы для объектов в проектной документации принят согласно расчетам амортизационных отчислений.

Рассмотрим другие термины и определения, которые приведены в иных источниках. В частности, что следует понимать под гарантийными сроками эксплуатации? Эти гарантийные сроки должны устанавливаться в технических заданиях или в технических условиях.

В результате поиска обнаружено несколько редакций определений этого термина в нормативных правовых актах. Ниже приводятся два определения.

Гарантийный срок – срок, в течение которого поставщик обязуется обеспечить соответствие качества товара условиям договора и несет ответственность перед покупателем за выявленные недостатки товара (п. 2 ст. 470, п. 3 ст. 477 Гражданского кодекса Российской Федерации от 26 января 1996 г. № 14-ФЗ).

Гарантийный срок эксплуатации – период времени, в течение которого изготовитель гарантирует стабильность показателей качества продукции в процессе эксплуатации при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации (Федеральный закон от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», части 1–6 статьи 5).

Срок эксплуатации – временной интервал, в ходе которого свойства и стабильная эксплуатация продукции обеспечиваются изготовителем (Федеральный закон от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», статьи 10, 19).

Срок службы – это период, в течение которого изготовитель обязуется обеспечивать потребителю возможность использования товара по назначению и нести ответственность за существенные недостатки. Срок службы устанавливается изготовителем и начинает действовать со дня приобретения товара, при этом продавец обязан довести информацию до потребителя об установленном изготовителем сроке службы товара (Федеральный закон от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», статьи 10 и 19).

Эти термины наиболее применимы к продукции и работам. Можно ли их применить для объектов?

Для технически сложных объектов с целью прогноза гарантийных сроков эксплуатации предлагается руководствоваться понятиями, изложенными в ГОСТ Р 27.101-2021 [10], в котором установлены термины: объект, система, элемент, надёжность объекта. Эти термины и понятия приводятся ниже.

Объектом могут быть аппаратные средства, программное обеспечение, сооружения или их комбинации. Объект может включать в себя персонал. Объектом может быть сборочная единица, деталь, компонент, элемент, устройство, функциональная единица, оборудование, изделие, система, сооружение.

Система – объект, представляющий собой множество взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенном контексте как единое целое, отделенное от окружающей среды.

Элемент – объект, у которого отсутствуют (или в рамках данного исследования не рассматриваются) составные части.

Надежность объекта – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения, стратегиях технического обслуживания, хранения и транспортирования.

В состав технически сложного объекта входят разные компоненты, состоящие из систем и элементов. При проектировании технически сложного объекта каждому из его компонентов назначается гарантийный срок эксплуатации с учетом возможных проектных воздействий на него. При этом гарантийный срок каждой из компонентов устанавливается по минимальному гарантийному сроку входящих в его состав систем и элементов. А на основании знаний о гарантийных сроках эксплуатации компонентов, их влияния на надёжность объекта определяется гарантийный срок эксплуатации объекта – t_g . Также назначается гарантийная приработка t_p , соответствующая минимальному сроку эксплуатации, на протяжении которого осуществляется проверка и подтверждение работоспособности компонентов в заданных проектной документацией режимах эксплуатации технически сложного объекта. При эксплуатации в компонентах объекта с определённого времени t_c проявляются признаки старения, которые начинают прогрессировать.

Продолжительность гарантийного срока эксплуатации t_g выбирается из экономических соображений на отрезке между t_p и t_c так, чтобы продолжительность гарантийного срока была бы не менее периода приработки. Для ответственных объектов с высокими требованиями к безотказности нормативная вероятность безотказной работы их критически важных компонентов должна равняться 0,9999 и выше; наступление критического отказа должно быть маловероятным событием.

При нормировании надёжности технически сложного объекта проводится выбор номенклатуры всех показателей надёжности и задание численных значений этих показателей для компонентов объекта.

Показатель долговечности любого из компонентов сложной технической системы определяется гамма процентным сроком службы T_γ , который измеряется в единицах календарного времени, соответствующего в процентах вероятности того, что в течение этого срока предельное состояние у любого из компонентов не наступит. Второй показатель – это гамма процентный ресурс L_γ . Гамма процентный ресурс L_γ выражается в единицах наработки, соответствующего в процентах вероятности того, что в течение этой наработки предельное состояние у компонента не будет достигнуто. Вероятность γ находится по результатам технико-экономического анализа как относительная доля тех компонентов, которые не достигают предельного состояния до истечения данной календарной продолжительности эксплуатации (данной наработки).

Для уникальных объектов вероятность не наступления предельного состояния объекта находится в пределах 90 – 95 %. Для иных объектов вероятность не наступления предельного состояния объекта находится в интервале 60–80 %. Если скорость приближения объекта к предельному состоянию не зависит от наработки, то нормированию подлежит срок службы T_γ . Если скорость приближения объекта к предельному состоянию зависит от наработки, то нормированию подлежит ресурс L_γ .

При наличии ограничений по безопасности или моральному износу в число нормируемых показателей включается назначенный срок службы T_n или назначенный ресурс

L_n . Если назначенный срок службы или назначенный ресурс устанавливаются по соображениям безопасности, то их определяют как срок службы (ресурс), отвечающий пренебрежимо малой вероятности возникновения опасных ситуаций.

Нормативные значения риска $Q = 1 - P$ регламентируются нормами безопасности.

При невозможности оценки столь малых вероятностей вводятся понижающие коэффициенты к T_n и (или) L_n , которые являются коэффициентами безопасности по сроку эксплуатации (ресурсу).

В статье [11] рассмотрены термины «гарантийный срок», «срок службы» и «срок эксплуатации», другие термины в приложении к блоку атомной электрической станции, как технически сложного объекта.

Методология управления сроком эксплуатации находящегося в эксплуатации блока АЭС за пределами проектного срока эксплуатации основывается на том, что решение о продолжении эксплуатации возможно в том случае, если на действующей АЭС обеспечивается поддержка необходимого уровня безопасности в дополнительный срок эксплуатации [11]. При этом дополнительный срок эксплуатации назначается, исходя из представления о возможных средних значениях (\bar{T}_n), относящихся к каждому оборудованию, сооружению АЭС. Оптимальный срок эксплуатации объекта определяется термином \bar{T}_n важного незаменимого (условно незаменимого) оборудования (например, реактора).

Но \bar{T}_n условно незаменимого оборудования и объекта в целом может быть превышено, если применяется регулирование их ресурсных характеристик:

$$\bar{T}_n + \Delta T < T,$$

где T – срок эксплуатации до предельного состояния наиболее критичного условно незаменимого оборудования;

ΔT – дополнительный срок эксплуатации наиболее критичного условно незаменимого оборудования.

Дополнительный срок эксплуатации объекта в связи с применением информации, получаемой при проведении оценок остаточных ресурсов у важных для безопасности систем и элементов, оборудования, конструкций и ранжированной по степени рисков возможного приближения их состояния к предельным состояниям, проведением восстановительных мероприятий, может назначаться пошагово из нескольких дополнительных периодов: ΔT_1 , ΔT_2 и т.д.

Тогда дополнительный срок эксплуатации составит:

$$\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2.$$

Назначенный (проектный) срок эксплуатации объекта ниже назначенного проектного срока службы и назначенного ресурса. Поэтому управлять можно назначенным сроком эксплуатации объекта.

3. ОБ УПРАВЛЕНИИ СРОКАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Проведенный поиск источников информации о назначении сроков эксплуатации сложных технических объектов, к которым относятся атомные электрические станции (далее – АЭС, АС), подтвердил их отсутствие. Не была найдена информация о зарубежной и отечественной практике по продлению сроков эксплуатации блоков атомных станций и о наличии правовых основ для этой деятельности.

В результате обсуждений и дискуссий ученых и специалистов научных и проектно-конструкторских организаций, осуществляющих деятельность в области использования атомной

энергии, была одобрена гипотеза, что расчетный срок эксплуатации блока АС мог быть назначен как период, соответствующий амортизационному сроку эксплуатации. В конце 2000-х годов, когда срок эксплуатации некоторых блоков АЭС приближался к 30-ти годам, вопрос о необходимости принятия решения о продлении эксплуатации блока АС стал актуальным. Проводились обсуждения этого вопроса в Международном агентстве по атомной энергии (МАГАТЭ), чтобы получить информацию о практике назначения сроков эксплуатации атомных станций за рубежом. Был разработан национальный проект МАГАТЭ «*RUS/9/003*. Разработка основы регулирования для продления/возобновления лицензий на эксплуатацию АС». В работах [11, 12, 13, 14] изложены основные подходы продления срока эксплуатации блоков атомных станций. Эта деятельность основана на детальном исследовании технического состояния важных для безопасности систем и элементов, включая реактор, другое основное оборудование блока АЭС, оценках их остаточных ресурсов, а также факторов, процессов и явлений природного и техногенного характера (происхождения), которые могут оказать влияние на безопасность блока АЭС. К настоящему времени накоплен практический опыт этой деятельности.

Проектный (базовый) срок эксплуатации блока АЭС был принят равным 30 лет. Выполняемые за пределами 30-летнего периода эксплуатирующими организациями исследования и обоснования безопасности блока АЭС обеспечивают достаточной информацией для создания базы знаний, необходимой для управления дополнительными сроками эксплуатации.

Действующие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии устанавливают такие правила управления сроком эксплуатации блока АЭС [15].

В настоящее время некоторые блоки атомных станций эксплуатируются надёжно уже за пределами 40 лет. Для новых блоков атомных станций назначаются сроки эксплуатации, равные 40 годам. Но для них также может по истечению 40 лет эксплуатации применяться методология поэтапного (пошагового) назначения дополнительных сроков эксплуатации.

4. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ СРОКАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ

Согласно данным из зарубежных источников, вопрос об экономической целесообразности продления срока эксплуатации гидросооружения, находящегося в эксплуатации длительное время, решает, главным образом, его владелец, исходя из соображений возможности выгодоприобретения от продолжения использования ГТС.

Продолжение эксплуатации ГТС всегда обеспечивается социальной ответственностью владельца объекта по соблюдению им прав и безопасности населения региона размещения ГТС и окружающей среды. Если экономическая целесообразность владельцем объекта установлена, изучается техническая возможность продолжения эксплуатации ГТС. С этой целью проводится комплексное обследование физического (технического) состояния объекта с использованием современных методов диагностики для определения потенциального ресурса ГТС. Изучается исходная проектная документация, определяется степень соответствия проектных параметров и физического состояния ГТС современным критериям безопасности и решается вопрос о сохранении существующего сооружения, опять же с учётом экономической целесообразности приведения его в соответствие современным критериям безопасности, либо о его ликвидации. Сюда относятся вопросы страхования гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии на ГТС, а также организация системы мониторинга состояния плотин и окружающей среды, оповещения населения в случае угрозы или реальной опасности

наводнения, а также ликвидации последствий произошедших аварий с разрушением плотин и затоплением территорий.

Мнения крупных зарубежных менеджеров относительно перспектив дальнейшего использования гидроэнергетических объектов, находящихся в длительной эксплуатации, очевидны. Они заключаются в том, что для целей обеспечения электроэнергией актуально решение вопроса об обоснованном принятии решения о продлении сроков эксплуатации ГЭС ГЭС, тем более, что достаточно успешно проводится модернизация на ГЭС по замене основного оборудования ГЭС.

Швейцарские специалисты [16] полагают, что основными факторами, влияющими на срок службы плотин, и которые могут потребовать её модернизации, являются перечисленные ниже факторы А, Б, В, Г.

А. Изменения проектных критериев (главным образом, касающихся гидрологической и сейсмической безопасности), которые вносятся как результат накопления новой информации, полученной с момента разработки первоначального проекта плотины.

Б. Изменения в методах выполнения анализа и новая концепция безопасности (к примеру, в отношении установок по сбросу избыточной воды для насыпных дамб).

В. Результаты переоценки риска (учёт появления новых рисков и изменения в части критериев приемлемости риска).

Г. Старение строительных конструкций, материалов и элементов основания плотины.

Одним из важных аспектов безопасности является старение бетона и основания скального фундамента плотины. Причины старения следующие:

- химические процессы (разбухание из-за карбонизации бетона вследствие совокупной щелочной реактивности, сульфатная атака, выщелачивание);
- физические и механические процессы (циклы оттаивание-замерзание, осушение-увлажнение, растрескивание из-за сейсмических явлений или непредусмотренных проектом перемещений основания и т.д.);
- биологические процессы (образование растительности в трещинах, появление моллюсков и т.д.);
- фильтрация в основании и теле плотины (разложение материалов на составляющие, ослабление конгломерата, изменение противодавления основания плотины и в результате изменения в стабильном состоянии плотины и береговых устоев).

Контроль процесса старения должен сопровождаться периодическими визуальными инспекциями, тестированиями и мониторингом состояния плотины. Однако, как выясняется из опыта эксплуатации, не всё оказывается видимым или измеряемым [16].

В статьях [16,17] сообщается, что в 2005 году швейцарскими экспертами Гизеке и Мосони были опубликованы данные по продолжительности сроков службы строительных конструкций, сооружений и их элементов, оборудования, других компонентов гидроэлектростанций. Так, по их наблюдениям, при соблюдении необходимых условий эксплуатации и техобслуживания, к примеру, отсечной клапан может прослужить до 60 лет, тогда как основные стационарные части турбины ГЭС, электрокабели, аварийный дизель-генератор, повышающий трансформатор – только 50 лет.

Основание плотины является настолько жизненно важным элементом с точки зрения продолжительности жизни всей строительной конструкции плотины, насколько важна и сама конструкция плотины. Насыпная плотина, если она хорошо спроектирована и построена, может оставаться конструкционно стабильной и безопасной на протяжении веков, до тех пор, пока она не подвергнется процессам эрозии. На срок службы насыпных плотин существенно влияют наводнения. В некоторых случаях экономически продуктивная часть жизни проекта водохранилища может определяться иными факторами, такими как заиление водохранилища.

Опыт зарубежных специалистов как нельзя лучше подходит для изучения и следования ему в рамках решения задач по принятию решений о продолжительности жизненных циклов ГТС, которые находятся в эксплуатации длительное время и у которых потенциально имеются высокие сроки службы, а также как обеспечивать разумное сохранение ресурса ГТС.

Цель установления расчетного срока службы – это, прежде всего, необходимость найти «границу» когда, в конечном счете, следует обеспечить принудительное заблаговременное прекращение применения объекта по назначению, исходя из требований безопасности или технико-экономических соображений.

5. УПРАВЛЕНИЕ СРОКАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В состав ГЭС входит комплекс гидротехнических сооружений, включая здание ГЭС, другие сооружения, конструкции и элементы (далее – компоненты), основное и вспомогательное оборудование, предназначенные для обеспечения надёжного функционирования ГЭС по основному назначению – выработки электрической энергии.

В связи с отсутствием информации о правилах назначения сроков эксплуатации ГЭС и комплекса ГТС на ней, можно предположить, что при проектировании ГЭС с учетом существующей практики в отношении других технически сложных объектов, их зданий, сооружений и их частей был принят за основу амортизационный срок – срок эксплуатации, в течение которого должна быть покрыта сумма стоимости строительства ГЭС. Тогда срок эксплуатации ГТС ГЭС гарантированно должен был составить не менее 30 – 33 лет.

Опыт эксплуатации на отечественных гидроэлектростанциях ГТС первого и второго классов, у которых срок службы согласно [4] может быть 100 лет, показывает, что они надёжно эксплуатируются за пределами 50-летнего срока; а у большого числа ГТС третьего и четвертого классов, у которых срок службы согласно [4] может быть 50 лет, срок службы 50 лет превышен, но ГТС продолжают эксплуатироваться. Это означает, что фактический срок службы у плотин и других постоянных сооружений ГЭС может быть значительно выше относительно амортизационного срока. Тем не менее, актуально знать, насколько срок службы (срок эксплуатации) может превышать амортизационный срок эксплуатации ГЭС с гарантией безопасности его гидротехнических сооружений, и как можно управлять сроком эксплуатации ГТС в дальнейшем.

С учетом положений и требований, изложенных в [1 – 4], осуществляется проектирование технически сложного объекта – ГЭС и комплекса ГТС, выбор для ГЭС оборудования и иных компонентов с заданными показателями надёжности, согласно которым вероятность пребывания параметров ГТС ГЭС находилась в допустимых пределах при строительстве и эксплуатации.

Безопасная и надёжная эксплуатация ГТС ГЭС определяется такими показателями надёжности, как долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохранность. И эти показатели требуют подтверждения на этапе эксплуатации. При проектировании ГТС должны учитываться факторы воздействий природного, техногенного и антропогенного характера, которые характеризуются значениями вероятностей реализации на территории размещения объекта.

Основными методами подтверждения возможности продолжения эксплуатации ГТС в настоящее время являются выполняемые эксплуатирующей организацией ГЭС мероприятия по техническому обслуживанию, устранению дефектов, ликвидации неполадок, а также регулярные обследования, осмотры, декларирование безопасности не реже одного раза в пять

лет. В процессе эксплуатации эксплуатирующей организацией проводится деятельность по снижению влияния повреждающих факторов на ГЭС и её ГТС.

Может ли такая деятельность обеспечивать непрерывность безопасной эксплуатации ГТС ГЭС на длительную перспективу?

Соответствие требованиям проектной документации не является надёжной гарантией безопасности, так как за длительный период эксплуатации объекта фактически могли измениться условия эксплуатации (проектные основы) по разным причинам.

Несмотря на отсутствие данных у находящихся в эксплуатации ГТС ГЭС третьего и четвертого классов, «перешагнувших» срок службы в 50 лет, об остаточных ресурсах их систем и элементов, важных для безопасности, можно считать, что их фактический срок службы может быть больше нормативно установленного.

В настоящее время отсутствуют правовые основания как для того, чтобы прекратить эксплуатацию объекта, так и для того, чтобы разрешить его дальнейшую эксплуатацию в случае, когда ГТС ГЭС находятся в эксплуатации за пределами нормативно установленного расчетного срока службы.

Поэтому существует актуальность подтверждения гарантии безопасности для ГТС, находящихся уже длительное время в эксплуатации, и определения возможного дополнительного срока их безопасной эксплуатации.

Гидроэлектростанции, как уже неоднократно отмечалось выше, относятся к технически сложным объектам, у которых гидротехнические сооружения (все или их часть) являются основными (постоянными) системами. При этом среди этих ГТС имеются сооружения, которые легко подлежат обновлению (замене, ремонту, капитальному ремонту их частей) и не являются ограничивающими продолжительность эксплуатации ГЭС. Имеются на гидроузле гидротехнические сооружения, которые следует отнести к категории «условно незаменимых» и срок их эксплуатации является определяющим для обеспечения продолжительной эксплуатации ГЭС с изменением (без изменения) её режимов эксплуатации, без проведения реконструкции или с проведением реконструкции этих ГТС.

Предложение по управлению сроками эксплуатации комплекса ГТС ГЭС заключается в применении подхода поэтапного назначения дополнительных сроков эксплуатации.

Этот подход может быть применён с учетом опыта управления сроками эксплуатации на атомных станциях, как это описано выше в главах 2 и 3, [11, 15], а также в [18] на основе результатов выполняемых исследований технического состояния и остаточных ресурсов у критически важных элементов каждого ГТС ГЭС. С учетом установленных у них запасов ресурсов, гарантирующих их безопасную эксплуатацию в продолжении некоторого периода времени, может прогнозироваться их дополнительный срок эксплуатации. Поэтапность назначения дополнительных сроков эксплуатации описывается ниже и заключается в следующем.

На основе знаний об остаточных ресурсах каждого ГТС составляется список ГТС ГЭС с указанием для них возможных дополнительных сроков эксплуатации.

С использованием этой информации назначается возможный дополнительный срок эксплуатации комплекса ГТС, который соответствует возможному сроку эксплуатации того гидротехнического сооружения, относящегося к постоянному условно незаменимому ГТС, характеризующемуся возможным минимальным дополнительным сроком эксплуатации.

Устранение дефицитов безопасности у этого ГТС создаёт условия для назначения безопасного дополнительного срока эксплуатации уже на основании данных о минимальном сроке службы другого ГТС, входящего в комплекс ГТС ГЭС.

Такой поэтапный подход даёт возможность для надёжного установления дополнительных сроков эксплуатации и управления дополнительными сроками эксплуатации

комплекса ГТС ГЭС при обеспечении планового восстановления в приоритетном порядке наиболее уязвимых ГТС (их техническое состояние приближается к предельному состоянию).

Таким образом, дополнительные сроки эксплуатации комплекса ГТС ГЭС назначаются поэтапно, используя интегрированную базу знаний о минимальных возможных сроках службы всех ГТС комплекса.

Если дополнительный срок эксплуатации комплекса ГТС ГЭС очень мал (остаточный срок службы не более 2-х лет) и может быть продлён только путём реконструкции основных или почти всех ГТС, входящих в состав комплекса ГТС ГЭС, то в этом случае назначается консервация объекта.

В период консервации ГЭС должна обеспечиваться безопасность для населения и окружающей среды, в том числе гидрологическая безопасность на территориях выше и ниже размещения ГЭС.

Продолжительность этапа консервации ГЭС может зависеть от готовности проектной документации на реконструкцию, а также от решения задачи по обеспечению финансированием для начала работ по реконструкции.

В настоящее время в Российской Федерации опыт по консервации и ликвидации ГТС ГЭС незначительный, в целом можно утверждать, что он практически отсутствует, несмотря на наличие законодательных и иных нормативных правовых актов в этой области.

Ликвидация ГТС требует значительных затрат, в том числе на восстановление экологии при ликвидации водохранилища.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации проводятся работы по модернизации ГЭС заменой основного оборудования на новое. Однако информации о назначенных дополнительных сроках эксплуатации ГТС ГЭС после масштабной замены основного оборудования и иных проведенных работ по модернизации на ГЭС не имеется. Представляется, что новые установленные сроки эксплуатации оборудования и комплекса ГТС ГЭС должны быть едиными, что создаст основу для надёжного управления сроками эксплуатации объекта, эффективного вложения средств на ремонтные и восстановительные работы по обеспечению надёжного технического состояния ГТС на срок эксплуатации, который должен быть не ниже, чем у основного оборудования.

В эксплуатации находится значительное число ГЭС, у которых гидротехнические сооружения третьего и четвертого классов отработали длительное время и продолжают эксплуатироваться за пределами расчетных сроков службы, которые установлены в действующих нормативных правовых актах для целей проектирования ГТС разного назначения.

Для выявления наличия (отсутствия) требований по назначению срока службы ГТС (срока эксплуатации), по процедурам оценки возможности и порядка продления срока эксплуатации ГТС, находящихся на этапе эксплуатации, были рассмотрены федеральные законы, иные нормативные правовые акты. В их числе Градостроительный кодекс Российской Федерации, как основной федеральный закон о проектировании, строительстве, приёмке в эксплуатацию объектов капитального строительства, также содержащий требование об отнесении гидротехнических сооружений первого и второго классов к опасным и технически сложным объектам. Было установлено отсутствие положений о назначении и контроле сроков эксплуатации.

Другим важным федеральным законом для изучения наличия в нём положений и требований по назначению сроков службы (сроков эксплуатации) является Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В статье 33 этого Федерального

закона изложены требования к предупреждению действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в составе которых имеется ссылка на необходимость указания срока эксплуатации здания или сооружения и их частей. Из этого следует, что информация о сроке эксплуатации в принципе должна быть, но назначение срока эксплуатации объекта является компетенцией застройщика, технического заказчика, а реализация требований по обеспечению назначенного расчетного срока службы является компетенцией осуществляющей разработку проекта по заказу застройщика (технического заказчика) проектной организации. Также необходимо учитывать, что согласно статье 42 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» требования этого закона не применяются «вплоть до реконструкции или капитального ремонта здания или сооружения».

В Своде правил СП 255.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения», приводятся рекомендации по установлению расчетных сроков службы, которые должны быть определены генпроектировщиком по согласованию с заказчиком.

В Своде правил СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003» введены значения сроков службы ГТС для целей проектирования, а также определены отдельные задачи, которые следует решать при истечении сроков службы для вновь проектируемых ГТС.

В Федеральном законе «О безопасности гидротехнических сооружений» и Федеральном законе «Об электроэнергетике», которые в основном содержат положения, относящиеся к стадии жизненного цикла – «эксплуатация» отсутствуют обращения к терминам «срок службы», «срок эксплуатации». В Федеральном законе «Об электроэнергетике» имеются положения, относящиеся к «выводу из эксплуатации», но отсутствуют критерии необходимости вывода из эксплуатации. Можно ли в числе причин вывода из эксплуатации рассматривать превышение для объекта электроэнергетики, в том числе и для ГЭС проектного срока службы (срока эксплуатации).

В 2016 году для реализации п. 3.1.1. Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей [19] разработан СТО РусГидро-02.03.119-215. от 02.03.2016 г. № 137 Стандарт организации «Гидротехнические сооружения гидроэлектростанций. Методические рекомендации по выполнению многофакторных исследований».

Многофакторные исследования (в последние годы стали называться комплексными) должны выполняться для ГТС, у которых срок эксплуатации превысил 25 лет. Но в большинстве случаев получаемые результаты многофакторных исследований не интерпретируются к оценкам остаточных ресурсов ГТС и оборудования ГЭС, не применяются для прогнозирования допустимой продолжительности дальнейшей эксплуатации ГТС, оборудования и ГЭС в целом. Совершенно очевидной является необходимость совместного рассмотрения гидротехнических сооружений и оборудования гидроэлектростанции. В соответствии с пунктом 3.1.1. Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей [19] многофакторные исследования проводятся только для напорных ГТС. На этапе эксплуатации ГЭС выполняется комплекс ремонтно-восстановительных работ на ГТС и оборудовании. Все текущие и капитальные ремонты, многофакторные обследования и многофакторные исследования ГТС обеспечивают системное улучшение оперативной стабильности ГЭС и надежность поставки электрической энергии от ГЭС потребителям.

Для ряда ГЭС, у которых техническое состояние ГТС не препятствует их дальнейшей эксплуатации, эксплуатирующая организация (собственник) усматривают в их дальнейшей эксплуатации экономическую целесообразность.

Как уже отмечалось ранее, оборудование ГЭС не является препятствием для продления срока эксплуатации. Но при достижении ГТС установленного срока эксплуатации эксплуатирующей организацией (собственником) ГЭС должно приниматься решение о

целесообразности продления срока эксплуатации ГТС, о дополнительном сроке эксплуатации ГТС или о выводе его из эксплуатации, исходя из:

- возможности обеспечения безопасности ГТС и установленного на ГЭС основного оборудования при эксплуатации ГЭС, как в проектных режимах, так и во внештатных режимах, которые могут возникать в период дополнительного срока эксплуатации;

- экономической и социальной целесообразности продления срока эксплуатации ГЭС по назначению, в том числе с учетом возможности её модернизации, изменения показателей мощности и других параметров оборудования и ГТС.

Управление сроком эксплуатации ГТС ГЭС – сложный интеграционный процесс, включающий выполнение многофакторных (комплексных) исследований всех ГТС ГЭС, анализ и принятие важных решений.

Однако в настоящее время отсутствуют утверждённые и введённые в действие нормативные документы, в которых установлены основные положения для оценки возможности продления срока эксплуатации ГТС и срока эксплуатации ГЭС в целом.

С целью обеспечения планирования и осуществления в отношении комплекса ГТС ГЭС дальнейших действий (продление срока эксплуатации, модернизация, реконструкция, консервация, ликвидация), а также контрольно-надзорной деятельности федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений необходимо разработать соответствующие нормативные правовые документы для обеспечения деятельности по продлению сроков эксплуатации гидротехнических сооружений на гидроэлектростанциях.

Опыт продления сроков эксплуатации АЭС целесообразно учитывать при разработке нормативных основ управления сроком эксплуатации ГТС ГЭС.

Рекомендуется в число необходимых для разработки документов включить Свод правил и (или) Стандарт организации (СТО) с названием «Правила назначения срока эксплуатации комплекса гидротехнических сооружений на гидроэлектростанции», а также разработать документ Требования безопасности и надёжности объектов электроэнергетики «Управление сроками эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанции на этапе эксплуатации». Для обеспечения применения этих требований безопасности и надёжности целесообразно разработать (актуализировать действующие) методические документы. В их число следует включить документы по исследованию технического состояния ГТС, по оценкам остаточных ресурсов элементов сооружений, по проведению вероятностных анализов безопасности гидротехнических сооружений, по оценке рисков аварий на ГТС при внешних воздействиях природного и техногенного происхождения, по оценке сейсмостойкости находящихся в эксплуатации гидротехнических сооружений.

Почему вдруг эта проблема стала актуальной? Ответ простой. Потому что до определённого времени не были на нормативном уровне установлены сроки службы для ГТС разных классов. В настоящее время этот пробел в нормативном поле устранён для вновь проектируемых ГТС. Но для находящихся в эксплуатации ГТС нормативные основы для обеспечения их эксплуатации за пределами расчетных сроков службы отсутствуют.

В целом необходимо заключить, что отсутствие нормативной базы создаёт риски аварий по причине недостаточного управления вопросами безопасности в отношении находящихся в длительной эксплуатации комплексов ГТС на гидроэлектростанциях, особенно с учетом изменяющихся в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций условий окружающей среды. При длительной эксплуатации ГТС идёт расходование ресурса их систем и элементов, их старение. А старение, в свою очередь, определяется многофакторными проблемами, часть из которых может быть решена.

Поэтому создание нормативной базы и её применение для целей управления сроками эксплуатации комплекса ГТС на ГЭС позволит обеспечивать контроль технического состояния и безопасности каждого ГТС, снизить вероятность рисков аварий на ГТС, регулировать приоритеты использования финансовых ресурсов для ремонтно-восстановительных работ на наиболее важных сооружениях.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации». Москва.
2. Федеральный закон от 23 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений». Москва.
3. СП 255.1325800.2017. «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения». Росстандарт; 2019.
4. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003». Росстандарт; 2019.
5. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». Москва.
6. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике». Москва.
7. СТО РусГидро 02.03.77-2015 «Гидроэлектростанции. Продление срока службы основного оборудования в процессе эксплуатации. Нормы и требования». ПАО Русгидро; 2017.
8. ГОСТ Р 53480 2009. Надёжность в технике. Термины и определения. Стандартиформ; 2010.
9. Школин А. Источник: <https://www.gd.ru/articles/9773-amortizatsiya-oborudovaniya>
10. ГОСТ Р 27.102-2021 Надёжность в технике. Надёжность объекта. Термины и определения (применяется с 01.01.2022 взамен ГОСТ 27.002-2015). Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; 2021.
11. Калиберда И.В. О сроках безопасной эксплуатации действующих атомных энергоблоков. Безопасность, надёжность, риск // *Методы менеджмента качества*. 2000. № 9. С. 26–30; 2000. № 10. С. 36–40.
12. Калиберда И.В., Вишневский Ю.Г., Гуцалов А.Т. О продлении срока эксплуатации блока атомной электростанции // *Конверсия в машиностроении*. 2000. № 6. С. 64–66.
13. Kaliberda I.V., Pachner J. Development of Russian Regulatory Basis for License Renewal/Life extension of Nuclear Power Plants. ICONE 10, Paper N ICONE 10-22569. Washington, 2002.
14. Kaliberda I.V. The development and the experience of use the regulatory documents for life extension russian NPP units. Technical re-equipment and modernisation can solve the problem of moral ageing of NPP units. International Atomic Energy Agency. Technical meeting on enhancing npp safety, performance and life extension through effective ageing management. 711-J7-TM-25225. VIC, Vienna, Austria, 24 to 26 June, 2002.
15. НП-017-18. Основные требования к продлению срока эксплуатации блока атомной станции (утверждены приказом Ростехнадзора от 5 апреля 2018 г. № 162). (Пересмотр НП-017-2000. Основные требования к продлению срока эксплуатации блока атомной станции», утверждённые постановлением Госатомнадзора России 28 декабря 2000 г. № 16) .
16. Wieland M., Mueller R. Dam safety, emergency action plans and water alarm systems. *International water power & dam construction*. January 2009, pp. 34–39.
17. Wieland M. Life-span of storage dams. *International water power & dam construction*.

February 2010, pp. 32–35.

18. Kaliberda I.V. Multifactorial studies for management of operating life of hydroelectric power plants. Sustainable and Safe Dams Around the World – Tournier, Bennett & Bibeau (Eds). 2019 Canadian Dam Association, ISBN 978-0-367-33422-2

19. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утверждёнными приказом Минэнерго России от 19 июня 2003 г. № 229.

Reference

1. Federal Law № 190-FZ of December 29, 2004 «Urban Planning Code of the Russian Federation». Moscow. [In Russian]

2. Federal Law № 384-FZ of December 23, 2009 «Technical Regulations «On the Safety of Buildings and Structures». Moscow. [In Russian]

3. SP 255.1325800.2017. «Buildings and structures. Operating rules. Basic provisions». Rosstandart; 2017. [In Russian]

4. SP 58.13330.2019 «Hydraulic structures. The main provisions. Updated edition of SNiP 33-01-2003». Rosstandart; 2019. [In Russian].

5. Federal Law № 117-FZ of July 21, 1997 «On the Safety of Hydraulic structures». Moscow. [In Russian]

6. Federal Law №. 35-FZ of March 26, 2003 «On Electric Power Industry». Moscow. [In Russian].

7. SRT RusHydro 02.03.77-2015 «Hydroelectric power plants. Extending the service life of the main equipment during operation. Norms and requirements». PAO Rusgidro; 2017. [In Russian]

8. GOST R 53480 2009. «Reliability in technology. Terms and definitions». Standartinform; 2010. [In Russian]

9. Shkolin A. A source: <https://www.gd.ru/articles/9773-amortizatsiya-oborudovaniya>

10. GOST R 27.102-2021 «Reliability in technology. Reliability of the object. Terms and definitions (applied from 01.01.2022 instead of GOST 27.002-2015)». Federal Agency for Technical Regulation and Metrology; 2021. [In Russian]

11. Kaliberda I.V. On the terms of safe operation of existing nuclear power plants power units. Safety, reliability, risk. *Methods of Quality Management*. 2000, no. 9, pp. 26–30; 2000, no.10, pp. 36–40. [In Russian].

12. Kaliberda I.V., Vishnevsky Yu.G., Gutsalov A.T. On extending the life of a nuclear power plant unit. *Conversion in Mechanical Engineering*. 2000, no. 6, pp. 64–66. [In Russian]

13. Kaliberda I.V., Pachner J. Development of Russian Regulatory Basis for License Renewal/Life extension of Nuclear Power Plants. ICONE 10, Paper N ICONE 10-22569. Washington, 2002.

14. Kaliberda I.V. The development and the experience of use the regulatory documents for life extension russian NPP units. Technical re-equipment and modernisation can solve the problem of moral ageing of NPP units. International Atomic Energy Agency. Technical meeting on exchanging npp safety, performance and life extension through effective ageing management. 711-J7-TM-25225. VIC, Vienna, Austria, 24 to 26 June, 2002.

15. NP-017-18. «The main requirements for extending the life of the nuclear power plant unit» (approved by Rostekhnadzor Order №. 162 dated April 5, 2018). (Revision of NP-017-2000. «Basic requirements for extending the life of the Nuclear power plant unit», approved by Resolution №. 16 of the Gosatomnadzor of Russia on December 28, 2000). [In Russian]

16. Wieland M., Mueller R. Dam safety, emergency action plans and water alarm systems.

International water power & dam construction. January 2009, pp. 34–39.

17. Wieland M. Life-span of storage dams. *International water power & dam construction*. February 2010, pp. 32–35.

18. Kaliberda I.V. Multifactorial studies for management of operating life of hydroelectric power plants. *Sustainable and Safe Dams Around the World – Tournier, Bennett & Bibeau (Eds)*. 2019 Canadian Dam Association, ISBN 978-0-367-33422-2

19. Rules of technical operation of Electric power stations and networks of the Russian Federation approved by the Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation No. 229 dated June 19, 2003. [In Russian].

Информация об авторах /Information about authors

Калиберда Инна Васильевна, доктор технических наук, научный руководитель ФБУ «Научно-технический центр Энергобезопасность». Москва, Российская Федерация.

e-mail: Kaliberdajob@mail.ru

Kaliberda Inna V., Dr. Sci. (Engineering), Scientific Leader. Federal Budgetary Enterprise “Scientific and Engineering Centre for Energy Safety”. Moscow, Russian Federation

Пименов Владимир Иванович, кандидат технических наук, начальник отдела Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Москва, Российская Федерация.

e-mail: V.Pimenov@gosnadzor.gov.ru

Pimenov Vladimir I., Cand. Sci. (Engineering), Head of the Department. Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision. Moscow, Russian Federation.