

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись

инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Диагностика фильтрационных процессов правобережной грунтовой
плотины Иркутской ГЭС**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Научный
руководитель

подпись, дата

Доцент кафедры ГТС и ГМ
СШФ СФУ, канд.техн.наук
должность

Е.Ю. Затева
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Е.Э. Баракова
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

Руководитель группы
наблюдения за ГТС филиала
ООО «ЕвроСибЭнерго-
Гидрогенерация»
Иркутская ГЭС
должность

Е.Д. Калашникова
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

подпись, дата

А.А. Чабанова
инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

Простота конструкции и технически неограниченные размеры грунтовых плотин (ГП), широкое использование для их возведения местных строительных материалов, возможность постройки почти при любых геологических условиях местности обусловили широкое применение грунтовых плотин в гидротехнике.

Плотины из грунтовых материалов, представляющие собой основной элемент напорного фронта гидроузлов, являются источниками потенциальной опасности. При их возможном нарушении территории нижнего бьефа с населенными пунктами, объектами народного хозяйства, историческими памятниками и т.д. попадают в зону возможного затопления прорывной волной и могут быть уничтожены.

Существует множество причин аварий и аварийных ситуаций грунтовых плотин. Одной из самых распространённых (29 % всех аварий), как показывает анализ мирового опыта эксплуатации грунтовых плотин, является наличие сосредоточенной фильтрации в теле плотины, через основание и вдоль сопрягающих устройств. Другой наиболее частой причиной аварий грунтовых плотин является перелив воды через гребень (15 %). Не стоит и забывать, что большая угроза безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) связана и со старением. По мере увеличения срока эксплуатации грунтовых плотин влияние химической суффозии, коррозии, выветривания и жизнедеятельности землеройных животных постоянно растёт и может неблагоприятно сказываться на её безопасности.

В связи с выше сказанным, к натурным и визуальным наблюдениям за фильтрацией в гидротехническом сооружении, особенно в грунтовой плотине, следует относиться как к наиболее важной и ответственной части диагностики за состоянием данного сооружения, поскольку вследствие скрытого характера фильтрации ее отрицательное воздействие удаётся распознать не сразу.

В данной работе на примере Иркутской гидроэлектростанции (ИГЭС) проведена диагностика фильтрационных процессов в теле и основании правобережной грунтовой плотины (ПБ ГП), в состав которой входили:

- анализ данных натурных и визуальных наблюдений с критериальными значениями, назначенными в составе Деклараций 2014 и 2019 годов;
- проведение комплексного анализа фильтрационных процессов с построением поперечника пикета (ПК) 21 и расчётной кривой депрессии;
- проведение специальных инструментальных обследований: геофизического, водолазного, а также обследование пьезометрической сети с применением видеокаротажа.

По результатам диагностики была проведена оценка назначения критериев безопасности (КБ), включая разработку критериальных значений с применением квадратичных регрессионных моделей. Кроме этого, предложены рекомендации по дальнейшему проведению диагностики фильтрационных процессов правобережной грунтовой плотины с целью обеспечения её дальнейшей безопасной эксплуатации.

АВТОРЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Диагностика фильтрационных процессов правобережной грунтовой плотины Иркутской ГЭС» содержит 86 страниц текстового документа, 29 страниц приложений, на которых размещены 16 таблиц и 12 рисунков, 30 использованных источников.

Объектом исследования при написании работы является правобережная грунтовая плотина Иркутской ГЭС.

Предметом исследования послужила методика оценки безопасности гидротехнических сооружений, а также изменение фильтрационных потоков в теле правобережной грунтовой плотины.

Актуальность: грунтовые плотины, относящиеся к гидротехническим сооружениям, являются одним из основных элементов гидроэлектростанции. Как показал отечественный и зарубежный опыт, ГТС характеризуется как сооружение повышенной потенциальной опасности, повреждения которых способны нанести значительный социальный и экономический урон. Наиболее частой причиной повреждения грунтовых плотин является развитие негативных фильтрационных процессов в их теле и основании. Поэтому одной из важнейших задач службы мониторинга ГТС является проведение диагностики фильтрационных процессов с целью обеспечения безопасности и надежности ГТС.

Ключевые слова: гидростанция, грунтовая плотина, натурные наблюдения, измерения, безопасность, критериальные значения, Декларация безопасности, диагностика, кривая депрессии, обследование, регрессия.

Целью работы является проведение диагностики фильтрационных процессов грунтовой плотины при помощи анализа данных натурных и визуальных наблюдений с критериальными значениями и выполнения инструментальных обследований, выяснение возможных причин отклонения фильтрационного режима от нормы, а также разработка способов контроля выявленных в ходе диагностики проблем и путей их решения.

Для реализации данных целей в работе поставлены следующие **задачи:**

- проанализировать результаты натурных и визуальных наблюдений ПБ ГП и произвести их сравнение с критериями безопасности;
- оценить состояние правобережной грунтовой плотины путём инструментальных обследований: геофизического, водолазного, с применением телеметрического оборудования, а также комплексного анализа;
- произвести оценку критериев безопасности фильтрационного режима;
- разработать варианты решения проблем, обнаруженных в ходе выполнения работы.

Объём диссертации: в магистерскую диссертацию входят: введение, 4 главы и заключение.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, указывается его значимость, ставятся цель и задачи, необходимые для её реализации, указывается новизна и методы, применяемые в ходе работы.

Первая глава посвящена основным положениям о безопасности ГТС,

конструктиве, составе контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) правобережной грунтовой плотины, а также о видах, периодичности и методике проведения натурных и визуальных наблюдений за ней.

Во второй главе отражены основные результаты обработки и анализа данных натурных наблюдений за правобережной грунтовой плотинной (экспресс-анализа), на основании которых предложены основные причины обнаруженных отклонений.

В третьей главе представлены основные результаты комплексного анализа фильтрационных процессов путём построения поперечника ПК21 и расчётной кривой депрессии. Кроме этого, отражены методика и результаты специальных инструментальных обследований: геофизического, водолазного, а также обследования пьезометрической КИА с применением видеокаротажа. Сделаны основные выводы по итогу выполнения комплекса работ.

В четвёртой главе произведена оценка назначенных в 2019 году критериев безопасности фильтрационного режима правобережной грунтовой плотины Иркутской ГЭС. Проанализирована методика их назначения и результаты поверочных расчётов специализированной организацией. Для большего подтверждения заключения, сделанного в 3 главе, разработаны критериальные значения с применением новых квадратичных регрессионных моделей.

Заключение посвящено основным выводам, полученным в результате исследования фильтрационных процессов правобережной грунтовой плотины, а также предложениям по дальнейшему проведению их диагностики с целью обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации плотины.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Diagnostics of filtration processes of the right-bank earth dam of the Irkutsk hydroelectric power station" contains 86 pages of a text document, 29 pages of appendices, which contain 16 tables and 12 figures, 30 used sources.

The object of research when writing the work is the right-bank earth dam of the Irkutsk hydroelectric power station.

The subject of the study was the methodology for assessing the safety of hydraulic structures (HTS), as well as changes in filtration flows in the body of the right-bank earth dam.

Relevance: earth dams related to hydraulic structures are one of the main elements of a hydroelectric power plant. As domestic and foreign experience has shown, the GTS is characterized as a construction of increased potential danger, damage to which can cause significant social and economic damage. The most common cause of damage to earth dams is the development of negative filtration processes in their body and foundation. Therefore, one of the most important tasks of the hydraulic structures monitoring service is to diagnose filtration processes in order to ensure the safety and reliability of the hydraulic structures.

Key words: hydroelectric station, earth dam, field observations, measurements, safety, criterion values, safety declaration, diagnostics, depression curve, survey, regression.

The aim of the work is to diagnose the filtration processes of a soil dam by analyzing the data of field and visual observations with criterion values and performing instrumental examinations, clarifying the possible reasons for the deviation of the filtration regime from the norm, as well as developing ways to control the problems identified during the diagnosis and ways to solve them.

To achieve these goals, the following **tasks** have been set in the work:

- to analyze the results of field and visual observations of the PB GP and compare them with K1;
- to assess the state of the right-bank earth dam by means of instrumental surveys: geophysical, diving, using telemetry equipment, as well as comprehensive analysis;
- to assess the safety criteria of the filtration regime;
- to develop options for solving the problems found in the course of the work.

Scope of the thesis: the master's thesis includes: introduction, 4 chapters and conclusion.

The introduction reveals the relevance of the research in the chosen direction, indicates its significance, sets the goal and tasks necessary for its implementation, indicates the novelty and methods used in the course of work.

The first chapter is devoted to the main provisions on the safety of the GTS, the design, the composition of the KIA of the right-bank dirt dam, as well as on the types, frequency and methods of conducting full-scale and visual observations of it.

The second chapter reflects the main results of processing and analyzing the data of field observations of the right-bank soil dam (express analysis), on the basis of which

the main reasons for the detected deviations are proposed.

The third chapter presents the main results of a comprehensive analysis of filtration processes by constructing the PK21 diameter and the calculated depression curve. In addition, the methodology and results of special instrumental surveys are reflected: geophysical, diving, as well as the survey of piezometric KIA using video logging. The main conclusions on the results of the complex of works are made.

In the fourth chapter, the assessment of the safety criteria of the filtration regime of the right-bank earth dam of the Irkutsk HPP, assigned in 2019, is carried out. The technique of their appointment and the results of verification calculations by a specialized organization have been analyzed. To further confirm the conclusion made in Chapter 3, criterion values have been developed using new quadratic regression models.

The conclusion is devoted to the main conclusions obtained as a result of the study of filtration processes of the right-bank earth dam, as well as proposals for the further implementation of their diagnostics in order to ensure further safe operation of the dam.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 8 |
| 1 Общие сведения о предмете исследования и безопасности ГТС | 10 |
| 1.1 Устройство правобережной грунтовой плотины Иркутской ГЭС..... | 10 |
| 1.2 Основные данные, характеризующие безопасность ГТС | 11 |
| 1.3 Данные о КИА правобережной грунтовой плотины | 13 |
| 1.4 Сведения о натуральных измерениях и наблюдениях за правобережной грунтовой плотиной ИГЭС | 14 |
| 1.4.1 Инструментальные наблюдения..... | 14 |
| 1.4.2 Визуальные наблюдения | 16 |
| 2 Обработка и анализ данных натуральных наблюдений за ПБ ГП..... | 18 |
| 2.1 Анализ показаний пьезометров за 2019 г. при помощи статических К1 .. | 19 |
| 2.2 Анализ показаний пьезометров за 2019 г. при помощи регрессионных моделей К1 | 21 |
| 2.3 Анализ данных дренажных колодцев за 2019 год | 24 |
| 2.4 Анализ показаний геодезической КИА за 2019 год | 26 |
| 2.5 Выводы по результатам проведения анализа натуральных наблюдений..... | 32 |
| 3 Исследование фильтрационных процессов путём проведения инструментальных наблюдений и комплексного анализа..... | 33 |
| 3.1 Комплексный анализ фильтрационных процессов | 33 |
| 3.2 Геофизические исследования фильтрационных процессов | 38 |
| 3.2.1 Георадиолокационное профилирование (ГРЛП)..... | 38 |
| 3.2.2 Метод электротомографии (ЭТ)..... | 41 |
| 3.2.3 Метод естественного поля (ЕП) | 42 |
| 3.3 Подводное обследование плит верхового откоса ПБ ГП..... | 44 |
| 3.4 Обследование пьезометрической сети правобережной плотины при помощи видеокаротажа и оценка достоверности показаний КИА | 50 |
| 3.5 Выводы по результатам обследований и комплексного анализа..... | 53 |
| 4 Оценка критериев безопасности фильтрационного режима ПБ ГП..... | 54 |
| 4.1 Анализ методики назначения критериев безопасности | 54 |
| 4.2 Анализ показаний пьезометрической сети с критериями безопасности, назначенными в 2009, 2014 и 2019 годах | 59 |
| 4.3 Результаты поверочных расчётов..... | 63 |
| 4.4 Регрессионный анализ для пьезометров ПБ ГП | 65 |
| 4.4.1 Нахождение линейной регрессионной модели для П2122 | 66 |
| 4.4.2 Нахождение квадратичной регрессионной модели для П2122..... | 70 |
| 4.4.3 Нахождение комбинированной регрессионной модели П2122 | 71 |
| 4.4.4 Результаты расчёта регрессионных моделей для П2122 | 72 |
| 4.4.5 Результаты расчёта К1 ряда пьезометров грунтовой плотины | 73 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 82 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 84 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Общие сведения о ГТС Иркутской ГЭС | 87 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результаты анализа данных натуральных наблюдений | 91 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Результаты инструментальных наблюдений | 96 |

ВВЕДЕНИЕ

Гидроэлектростанции (ГЭС) являются потенциально опасными объектами, в связи с чем должны быть обеспечены безопасность и надёжность в период их эксплуатации.

Аварии и разрушения плотин ГТС подвергают угрозе население, хозяйственные и природные объекты в нижнем бьефе (НБ) гидроузлов, также велики опасность и ущерб для верхнего бьефа (ВБ), связанные с опорожнением водохранилища. Они приводят к прекращению деятельности всей гидроэлектростанции, а также к значительному экономическому, экологическому и социальному ущербу [1].

Особое внимание в период эксплуатации ГТС должно уделяться диагностике фильтрационных процессов, поскольку нарушения фильтрационной прочности оказывают значительное влияние на устойчивость особенно грунтовых ГТС. Важно отметить, что именно нарушение фильтрационной прочности грунтов тела и основания грунтовых плотин является серьезной и часто встречающейся причиной аварий на них (около 28-31 %) [2].

Собственник или эксплуатирующая организация обязаны составлять Декларацию безопасности ГТС, которая является основным документом, в котором обосновывается безопасность ГТС, содержатся сведения о соответствии этого сооружения критериям безопасности, оценивается степень риска аварии, определяются меры по обеспечению безопасности ГТС с учетом его класса.

Согласно Федеральному закону [3] контроль за безопасностью ГТС, в том числе оперативная оценка их состояния, осуществляется сравнением измеренных (или вычисленных по измерениям) количественных или качественных диагностических показателей с их критериальными значениями, назначаемыми Декларацией безопасности.

В этом случае важным аспектом является правильность назначения критериев безопасности первого (К1) и второго (К2) уровней, от чего зависит преждевременное выявление тех или иных проблем, связанных с фильтрацией, а значит и угроза возникновения аварийных ситуаций.

Также стоит отметить, что большая часть эксплуатируемых в настоящее время гидроэлектростанций были построены более 40-60 лет назад. Очевидно, что одной из угроз безопасности ГТС является и их старение, с каждым годом приводящее к ослаблению фильтрационной прочности. В связи с этим, многие электростанции могут столкнуться с вышеуказанной проблемой.

Таким образом, результаты диагностики фильтрационных процессов правобережной грунтовой плотины Иркутской ГЭС, эксплуатируемой 64 года, может быть полезным опытом для других действующих гидроэлектростанций.

Целью работы является проведение диагностики фильтрационных процессов грунтовой плотины при помощи анализа данных натуральных и визуальных наблюдений с критериальными значениями и выполнения инструментальных обследований, выяснение возможных причин отклонения фильтрационного режима от нормы, а также разработка способов контроля

выявленных в ходе диагностики проблем и путей их решения.

Для реализации данных целей в работе поставлены следующие **задачи**:

- проанализировать результаты натуральных и визуальных наблюдений ПБ ГП и произвести их сравнение с К1;
- оценить состояние правобережной грунтовой плотины путём инструментальных обследований: геофизического, водолазного, с применением телеметрического оборудования, а также комплексного анализа;
- произвести оценку критериев безопасности фильтрационного режима;
- разработать варианты решения проблем, обнаруженных в ходе выполнения работы.

В работе были использованы следующие **методы исследования**:

1. Методы теоретического уровня, включающие анализ данных контрольно-измерительной аппаратуры, безопасности ГТС, а также результатов проведённых обследований, обобщение, сравнение и систематизацию эмпирических и теоретических данных.

2. Методы эмпирического уровня, в частности, моделирование поперечников грунтовой плотины, обследование участка правобережной грунтовой плотины с применением геофизических методов, проведение обследования КИА с применением телеметрического оборудования, а также построение графиков и анализ полученных результатов.

Научная новизна и прикладная польза проводимого исследования.

Предложенная в диссертационной работе последовательность диагностики фильтрационных процессов грунтовых плотин содержит усовершенствованный комплекс геофизических методов, включающий методы георадиолокационного профилирования, электротомографии и естественного поля, позволяющие судить о характере движения фильтрационных потоков, происходящих в плотине и об имеющихся аномалиях.

Частью исследования является оценка достоверности показаний пьезометров (П) при помощи современной системы видеокаротажа, которая позволяет выявить дефекты пьезометрических труб и заиленность фильтров.

Основной частью работы является оценка критериев безопасности фильтрационного режима при помощи регрессионного анализа, а также предложение новых регрессионных зависимостей.

Данная работа, проделанная для правобережной грунтовой плотины ИГЭС, может быть полезна для других действующих гидроэлектростанций, столкнувшихся с превышением критериев безопасности в пьезометрах и дренажных колодцах (ДК), отклонениями работы дренажа от проектного и др.

Апробация работы. Основные результаты исследований, изложенные в диссертации, были изложены в пяти публикациях, представленных на:

- 1) VII и VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Гидроэлектростанции в XXI веке»;
- 2) XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективны – 2021».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ковалькова М.Г. Разработка типовых решений для проектирования систем мониторинга грунтовых плотин с асфальтобетонной диафрагмой с учётом опыта эксплуатации КНП Богучанской ГЭС : дис. магистр. : 13.04.02.06 / Ковалькова Маргарита Геннадьевна; Саяно-Шушенский филиал Сибирского Федерального университета. – М., 2018. – 86 с.
2. Радченко С.В. Причины повреждений и аварий грунтовых плотин (по данным СИГБ) // Известия всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – 2010. – №258. – С. 99-113.
3. О безопасности гидротехнических сооружений : федер. закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. №117-ФЗ // Российская газета. – 1997. – 23 июня.
4. РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – Введ. 19.06.2003. – Москва : СПО ОРГРЭС, 1996. – 161 с.
5. ГОСТ Р 55260.1.9-2013 Гидроэлектростанции. Сооружения гидротехнические. Требования безопасности при эксплуатации. – Введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 31 с.
6. Декларация безопасности гидротехнических сооружений филиала ОАО «Иркутскэнерго» Иркутская ГЭС, Иркутск, 2019.
7. Пояснительная записка к критериям безопасности ГТС Иркутской ГЭС, ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2019.
8. РД 153-34.2-21.342-00 Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений. – Введ. 27.12.2000. – Москва : РАО «ЕЭС России», 2001. – 24 с.
9. СТО 70238424.27.140.035-2009 Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования. – Введ. 31.12.2009. – Москва : ИП «ИНВЭЛ», 2009. – 64 с.
10. СТО 17330282.27.140.004-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования. – Введ. 15.04.2008. – Москва : ОАО РАО «ЕЭС России», 2008. – 53 с.
11. Программа натуральных наблюдений гидротехнических сооружений Иркутской ГЭС, Группа наблюдений за ГТС, 2019.
12. Программа геодезических измерений для изучения деформаций гидротехнических сооружений Иркутской ГЭС, Иркутск, 2019.
13. П 72-2000 Рекомендации по проведения визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах. – Введ. 01.07.2000. – Санкт-Петербург : ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2000. – 37 с.
14. П 71-2000 Рекомендации по диагностическому контролю фильтрационного режима грунтовых плотин. – Введ. 12.07.2000. – Санкт-Петербург : ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2000. – 32 с.

15. Акт внеочередного визуального осмотра правобережной грунтовой плотины от 03.09.2019, Иркутск, 2019.
16. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Глухие плотины: Учебное пособие. – М.: Агропромиздат, 1985. – 318 с.
17. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований. – Введ. 01.07.2004. – Москва : ПНИИС Госстроя России, 2004. – 79 с.
18. Комплексное обследование правобережной грунтовой плотины ИГЭС: технический отчет о НИР / ООО «Спецгеосервис»; рук. Куликов А.И. – Санкт-Петербург, 2020. – 145 с.
19. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. – Введ. 01.03.1998. – Москва : ПНИИС Госстроя России, 2004. – 47 с.
20. Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных: Учебное пособие. – М.: МГУ, 2008. – 192 с.
21. Подводное обследование железобетонных плит верхового откоса грунтовых плотин со стороны верхнего бьефа : технический отчет о НИР / ЛИН СО РАН ; рук. Черных В. И.; исполн.: Ханаев И.В., Небесных И.А., Ющук Ю.А., Смолин И.А. – Иркутск, 2020. – 16 с.
22. СТО 02.01.109-2013 Подводно-техническое обследование состояния гидротехнических сооружений и примыкающих к ним участков неукрепленного русла. – Введ. 31.03.2013. – Москва : ОАО «РусГидро», 2013. – 45 с.
23. Белоусов П.Н., Гусакова И.Н. Применение видеокаротажа для оценки состояния пьезометрических и дренажных скважин // Известия всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – 2015. – №276. – С. 10-19.
24. СТО 17230282.27.010.001-2007 Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния. – Введ. 15.11.2007. – Москва : ОАО РАО «ЕЭС России», 2007. – 180 с.
25. СТО 70238424.27.140.003-2008 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – Введ. 15.04.2008. – Москва : ОАО РАО «ЕЭС России», 2008. – 194 с.
26. СТО 02.03.131-2015 Гидроэлектростанции. Методика определения критериев безопасности для декларируемых гидротехнических сооружений. – Введ. 15.03.2016. – Москва : ОАО «РусГидро», 2015. – 30 с.
27. СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2011. – 58 с.
28. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2011. – 43 с.
29. СП 23.13330.2011 «Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85». – Введ. 14.02.2019. – Москва: Стандартиформ, 2019. – 102 с.

30. Сопровождение эксплуатации Иркутской ГЭС Генеральным проектировщиком»: технический отчёт о НИР / АО «Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Гидропроект» имени С.Я. Жука» ; рук. Подвысоцкий А.А., исполн.: Абидов М.М., Чудотворов П.В., Казурина Е.В. – Санкт-Петербург, 2020. – 60 с.

