



Управление данными информационной модели гидротехнических сооружений на этапе проектирования

Р.Ю. Чадов^{1✉}, А.В. Пешков², В.А. Кудрявцева³

^{1,2,3}Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. Строительная отрасль является одной из ключевых в развитии российской экономики. В связи с этим многие российские компании стараются активно внедрить в свою деятельность современные информационно-технические разработки. Для этого каждой организации необходимо разработать стратегию рационального управления данными. Целью данной работы является рассмотрение современных методов управления данными информационной модели гидротехнического объекта капитального строительства на этапе проектирования на примере хвостохранилища. Современным методом управления данными является создание единой информационной модели строящегося объекта. В свою очередь информационная модель в режиме реального времени передает актуальное состояние этого объекта. Для создания информационной модели используют различные программные продукты. В статье рассмотрено проектирование хвостохранилищ намывного типа из нескольких коридоров, включающих в себя создание пионерной ограждающей дамбы и дамб обвалования. Все гидротехнические сооружения подразделяют на две группы, а именно гражданские и промышленные. Хвостохранилище относится к промышленным гидротехническим сооружениям. Для проектирования гидротехнического сооружения был выбран наиболее удобный и простой в понимании программный продукт, а именно AutoCAD Civil 3D. Этапы создания информационной модели включают в себя проложение трассы оси гребня дамбы, построение продольного профиля дамб, создание конструкции поперечного сечения дамбы, созданию коридоров дамб обвалования. В результате была получена объемная информационная модель хвостохранилища.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, хвостохранилище, управление данными, информационная модель, BIM-модель, AutoCAD Civil 3D

Для цитирования: Чадов Р.Ю., Пешков А.В., Кудрявцева В.А. Управление данными информационной модели гидротехнических сооружений на этапе проектирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 2. С. 301–310. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-301-310>. EDN: CJYNYJ.

Original article

Data management of the information model of hydraulic structures at the design stage

Roman Yu. Chadov^{1✉}, Artem V. Peshkov², Vera A. Kudryavtseva³

^{1,2,3}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The construction industry is one of the key sectors in the development of the Russian economy. In this regard, many Russian companies are trying to actively introduce modern information technology developments into their activities. To do this, each organization needs to develop a strategy for rational data management. The purpose of this work is to review modern data management methods for an information model of a hydraulic engineering facility under capital construction at the design stage using the example of a tailings storage facility. A modern method of data management is to create a unified information model of an object under construction. In turn, the information model transmits the current state of this object in real time. Various software products are used to create an information model. The

article considers the design of alluvial type tailings dams from several corridors, including the creation of a pioneer enclosing dam and landslide dams. All hydraulic structures are divided into two groups, namely civil and industrial. A tailings dump belongs to industrial hydraulic structures. The most convenient and easy-to-understand software product, namely AutoCAD Civil 3D, was selected for the design of the hydraulic structure. The stages of creating an information model include laying the route of the axis of the crest of the dam, building the longitudinal profile of the dams, creating a cross-sectional structure of the dam, creating corridors of dams. As a result, a three-dimensional information model of the tailings storage facility was obtained.

Keywords: hydraulic structures, tailing dumps, data management, information model, BIM model, AutoCAD Civil 3D

For citation: Chadov R.Yu., Peshkov A.V., Kudryavtseva V.A. Data management of the information model of hydraulic structures at the design stage. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(2):301-310. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-301-310>. EDN: CJYNYJ.

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехнические сооружения – сложные инженерные сооружения, предназначенные для управления и организованного контроля водных ресурсов.

Строительство гидротехнических сооружений необходимо для предотвращения размыва территорий, выработки электроэнергии, накопления воды в засушливых районах в прудах-накопителях, санкционированного отвода сточных вод нагорными и водосборными каналами, сбора поверхностных сточных карьерных и подотвальных вод, сбор продуктов обогащения (пульпа) на горно-обогатительных комбинатах и отвод их через систему гидротранспорта (пульпопроводы) в хвостохранилище, возврат из прудка оборотной воды через водоводы обратно на производство.

К гидротехническим сооружениям относят плотины, дамбы, берегоукрепительные сооружения, паводковые водосбросы, водоспуски и водовыпуски, водоприемники и водозаборные сооружения, пруды-отстойники, нагорные, водосборные и руслоотводные каналы.

Проектирование, строительство и реконструкция гидротехнических сооружений в России занимает важное место в экономике страны. На данный момент многие эксплуатируемые гидротехнические сооружения, которые были построены во времена СССР, начинают приходить в негодность и требуют реконструкции.

При разработке проектной документации по реконструкции гидротехнических сооружений возникают такие сложности, как:

– проектная и рабочая документация на введенные в эксплуатацию объекты полностью или частично отсутствует;

– проектная и рабочая документация находится только на бумажных носителях;

– ограниченная или устаревшая информация о конструкциях в паспортах объектов;

– ограниченное количество высококвалифицированных проектировщиков-гидротехников, работающих в системе автоматизированного проектирования.

Для решения и предупреждения возникших проблем необходима цифровизация всей информации, в том числе создание информационной модели. Проектирование и строительство гидротехнических объектов представляет собой сложный процесс, который может затянуться на несколько лет. На этапе проектирования гидротехнических сооружений возникает множество проблем, связанных с обменом и передачей большого объема информации между множеством специалистов, что легко может привести даже к незначительным ошибкам на чертежах, которые в свою очередь могут быть обнаружены только в процессе строительства объекта, что в итоге приводит к изменению сроков строительства. Стоит отметить, что во время проектирования возникают такие неудобства, как бумажный документооборот, большое число согласований между сторонами проекта, что приводит к значительным затратам рабочего времени и к увеличению времени работы над определенным проектом [1].

Управление данными – сбор, обработка и систематизация всех необходимых данных для повышения эффективности того или иного производственного процесса. Если учесть, что данные играют ключевую роль в экономике, то для любой организации необходимо разработать стратегию рационального управления данными. Актуальность изучения вопроса эффективного управления данными объекта капитального строительства заключается в том, что в стремительно изменяющемся мире и в быстротечном ритме жизни любая организация

ставит перед собой следующие цели и задачи – сдать объект в эксплуатацию в короткие сроки (минимизировать срок жизненного цикла проекта) с наименьшими денежными непредвиденными расходами, которые не были предусмотрены проектно-сметной документацией [2]. Для этого компании необходимо выстроить эффективную систему управления информацией. Цель статьи заключается в том, чтобы рассмотреть современные методы управления данными информационной модели объекта капитального строительства на этапе проектирования. Стремительная цифровизация жизни, разнообразие и большое количество различных конструктивных элементов объекта строительства в одном проекте привело к созданию единой информационной модели строящегося объекта, которая отражает в режиме реального времени его актуальное состояние на всех этапах жизненного цикла. Единая информационная модель представляет собой сформированную иерархию систематизированных данных об объекте и различные уровни доступа к этим данным. К примеру, на стадии проектирования одновременный доступ и возможность параллельно работать над проектом, изменяя его в процессе своей работы, имеют сразу множество специалистов по разным разделам рабочей документации [3]. Таким образом, создание единой информационной модели дает возможность контролировать состояние объекта проектирования от и до в режиме виртуальной реальности [4].

МЕТОДЫ

Для оптимизации управления данными в современном мире на стадии проекта многие российские компании стали внедрять систему автоматизации проектирования [5]. К одной из

таких систем относится технология информационного моделирования. Основа информационного моделирования – BIM-модель, которая создается на этапе проектирования [6]. Слово BIM является аббревиатурой английского Building Information Modeling. BIM – это подход к управлению объектом на протяжении всего его жизненного цикла, в основе которого лежит оптимизация и стандартизация процессов сбора, обработки и управления данными объекта строительства [7–11]. На основе этой модели происходит взаимодействие между собой всех участников инвестиционного проекта (заказчика, проектировщиков, подрядных организаций и эксплуатирующей организации) [12]. BIM-технологии позволяют объединить различные программные продукты и инструменты, что позволяет визуализировать будущий объект еще на этапе проектирования и учесть всевозможные непредвидимые случаи на этапе строительства [13–16]. Существуют различные программные продукты, с помощью которых можно воспользоваться существующими возможностями BIM-проектирования: Allplan Architecture, ArchiCAD, Revit, CIVIL 3D, BIM WIZARD, BIMx, Renga, nanoCAD GeoniCS [17]. Стоит отметить, что Renga является отечественной системой автоматизированного проектирования зданий в системе BIM-решений. Ниже представлены BIM-модели гидротехнических объектов в некоторых программных комплексах (рис. 1, 3).

На рис. 2 представлены водосборный канал и пруд-отстойник на плоскости в модели. На рис. 3 данные гидротехнические сооружения уже представлены в объемном пространстве с использованием инструментов BIM-проектирования.



Рис. 1. BIM-модель гидротехнического сооружения в программном продукте nanoCAD GeoniCS
Fig. 1. BIM model of a hydraulic structure in the nanoCAD GeoniCS software package

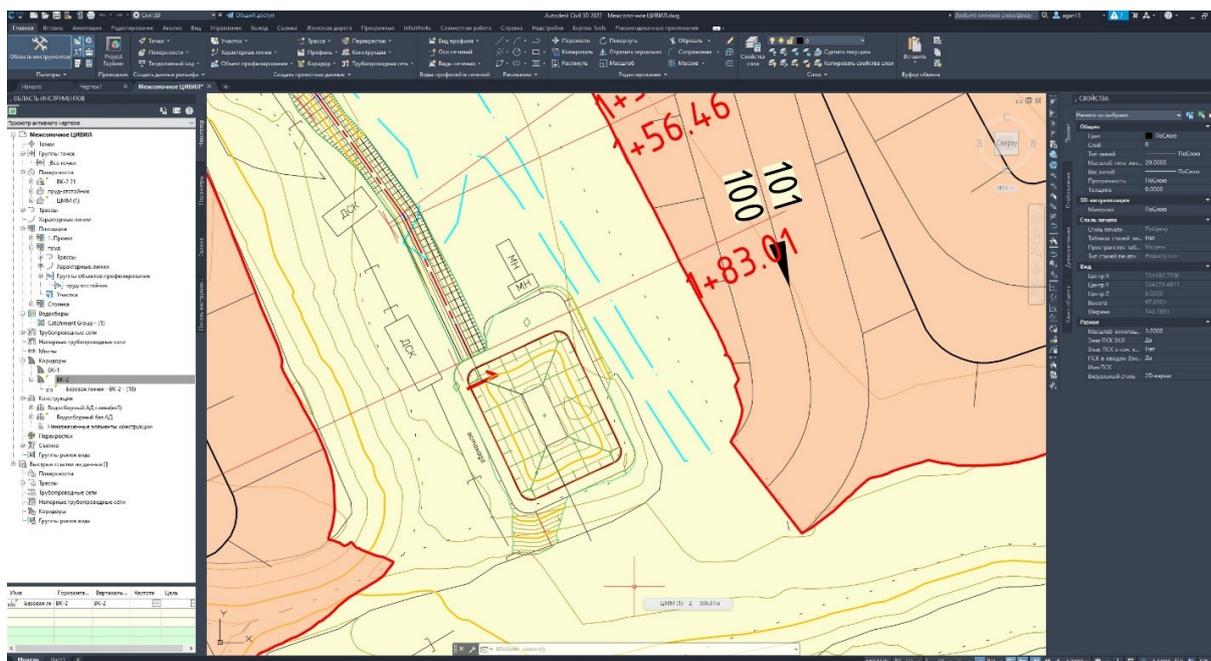


Рис. 2. План гидротехнических объектов на рельефе в программном комплексе CIVIL 3D
Fig. 2. Plan of hydraulic structures on the relief in the CIVIL 3D software package



Рис. 3. BIM-модель водосборного канала и пруда-отстойника в программном комплексе CIVIL 3D
Fig. 3. BIM model of a drainage channel and a settling pond in the CIVIL 3D software package

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим подробнее проектирование гидротехнического сооружения в программе AutoCAD Civil 3D на примере проектирования объекта хвостового хозяйства – хвостохранилища на месторождении Боголюб. восты флотации образуются при переработке руды. Отходы на месторождении Боголюб относятся к

пятому классу опасности. Для размещения отходов переработки (хвостов) флотации на протяжении всего срока отработки запасов необходимо запланировать устройство хвостохранилища. В начале проектирования необходимо проанализировать и обработать данные геологических и геодезических изысканий. Необходимо изучить цифровую модель грунтов, гео-

логический разрез и колонки грунтов, карту гидроизогипсов для анализа нахождения грунтовых вод, границы залегания торфа и других слабых грунтов, непригодных для строительства гидротехнического сооружения (ГТС). Также требуется выявить экономически выгодное положение проектируемых объектов для заказчика [18]. На месторождении Боголюб было решено создать хвостохранилище намывного типа из 11 коридоров.

Первый коридор – пионерная ограждающая дамба, а второй и последующие коридоры – дамбы обвалования, устраиваемые на намытые пески. Исходные данные для проектирования – это информационная модель поверхности или цифровая модель местности, построенная по точкам и изолиниям геодезических

изысканий. Из отчета необходимо скопировать горизонталы и вставить их в рабочую модель программного обеспечения Civil 3D с актуальными координатами для создания поверхности. Далее для создания линейного объекта, к которому и относится хвостохранилище, необходимо проложить трассу оси гребня дамбы. Для этого необходимо использовать несколько команд, а именно в меню «Трасса» выбрать пункт «Инструменты создания трасс» и задать имя. После этого включаем параметр «Использовать набор проверок проекта» и выбираем пункт «Основные».

В открытой панели инструментов «Инструменты компоновки трассы» выбираем пункт «Прямой участок – Прямой участок (с кривыми)» (рис. 4).



Рис. 4. Трасса оси гребня дамбы
Fig. 4. The route of the dam crest axis

Теперь необходимо построить продольный профиль. Необходимо создать вид профиля. Для этого в меню «Профиль» нужно выбрать пункт «Создать профиль поверхности». В окне выбираем необходимую трассу. Далее выбираем пункт «Создать вид профиля» и указываем его положение на чертеже.

Для создания проектного продольного профиля левой клавишей мыши нужно выбрать вид профиля и затем нажать «Инструменты создания профилей». В открывшемся окне «Создание профиля – вычертить новый» задаем имя профиля (рис. 5).

Следующим шагом является создание конструкции поперечного сечения дамбы. Геометрия дамбы, проверенная в программном комплексе GEO5 на устойчивость, где все принятые размеры, заложения откосов, высота дамбы, грунты основания подтвердили, что данная дамба является устойчивой. Поэтому в AutoCAD Civil 3D необходимо внести данные конструкции с уже известными геометрическими размерами. Стоит отметить, что гребень дамбы, верховой и низовой откосы созданы из звеньев (рис. 6). После ранее созданных

трассы оси гребня дамбы, ее продольного профиля, конструкции приступаем к созданию коридоров дамб обвалования. В всплывающем окне выбираем ранее спроектированные объекты и создаем коридоры по очереди (рис. 7, 8). В результате сформировалась объемная конструкция хвостохранилища, состоящая из 12 коридоров. После этого на основании коридоров пионерной дамбы и дамб обвалования создаем поверхность для подсчета объемов и площадей работ (рис. 9). После вычисления объемов возникла необходимость изменить горизонтальную геометрию пионерной дамбы. За счет динамической трехмерной модели AutoCAD Civil 3D перестроение созданных объектов почти полностью выполнялась в автоматическом режиме. Вслед за изменением продольного профиля ограждающей дамбы был автоматически перестроен ее коридор и обновлена поверхность. Единственным изменением, которое требовалось внести вручную, оказалась корректировка трассы пионерной дамбы. После изменения трассы программа самостоятельно перестроила коридор и обновила поверхность пионерной дамбы.

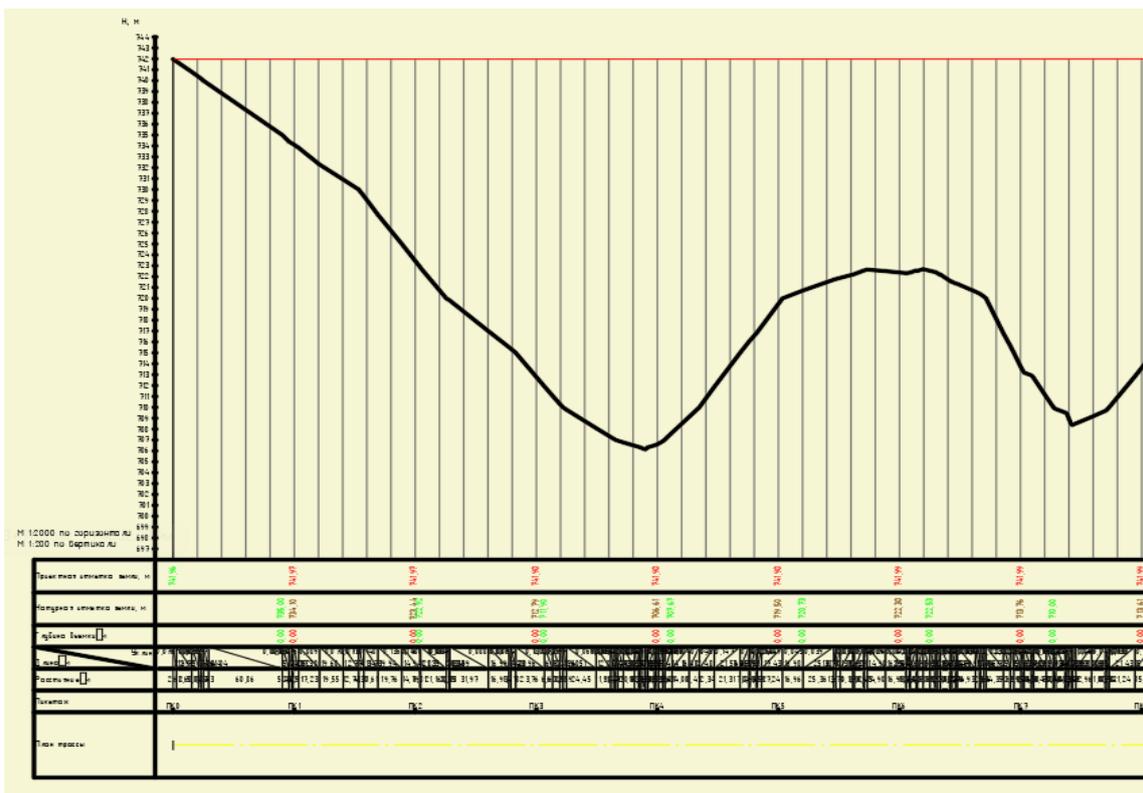


Рис. 5. Продольный профиль трассы
Fig. 5. Longitudinal profile of the route

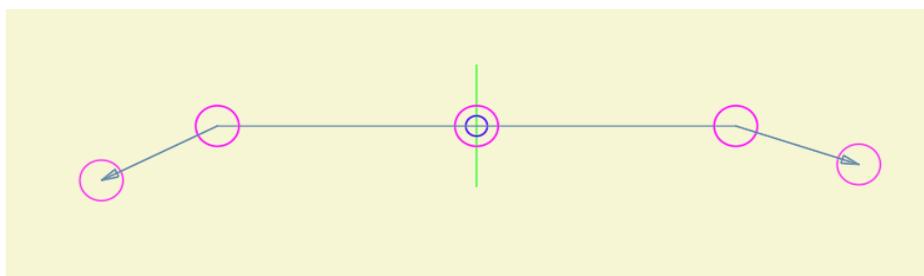


Рис. 6. Конструкция пионерной дамбы
Fig. 6. Construction of the pioneer dam

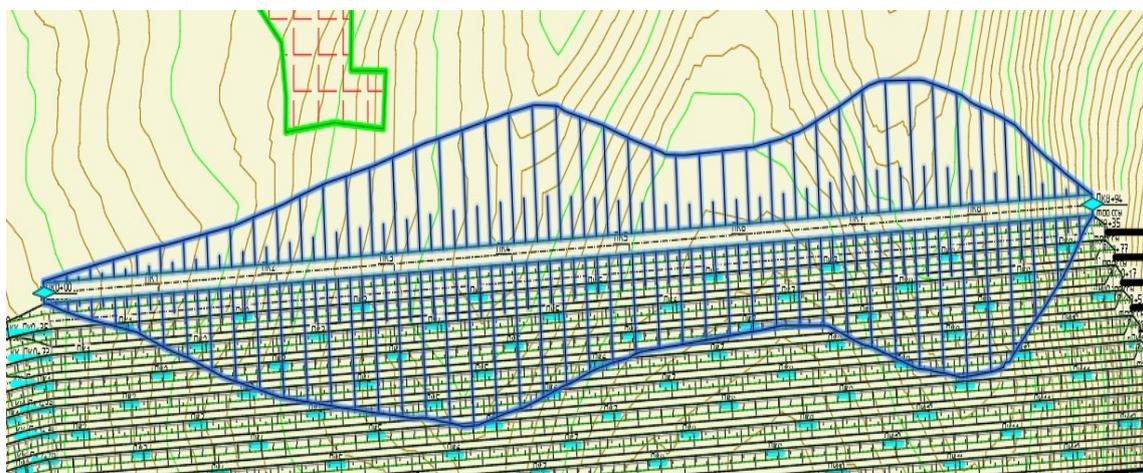


Рис. 7. Коридор пионерной дамбы
Fig. 7. Pioneer Dam Corridor

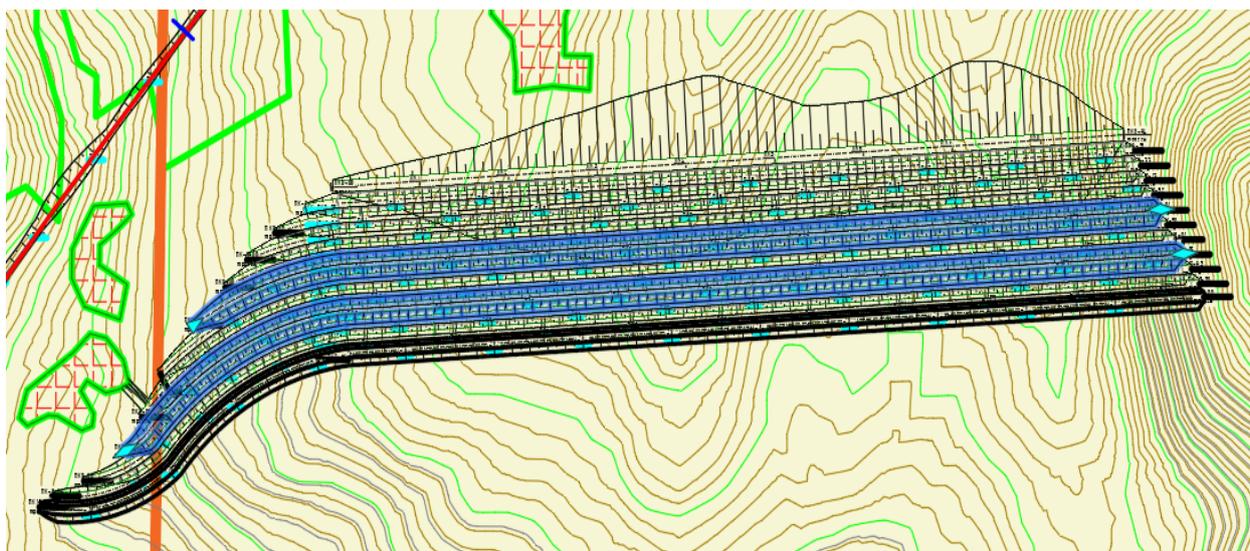


Рис. 8. Коридоры дамб обвалования
Fig. 8. Corridors of embankment dams

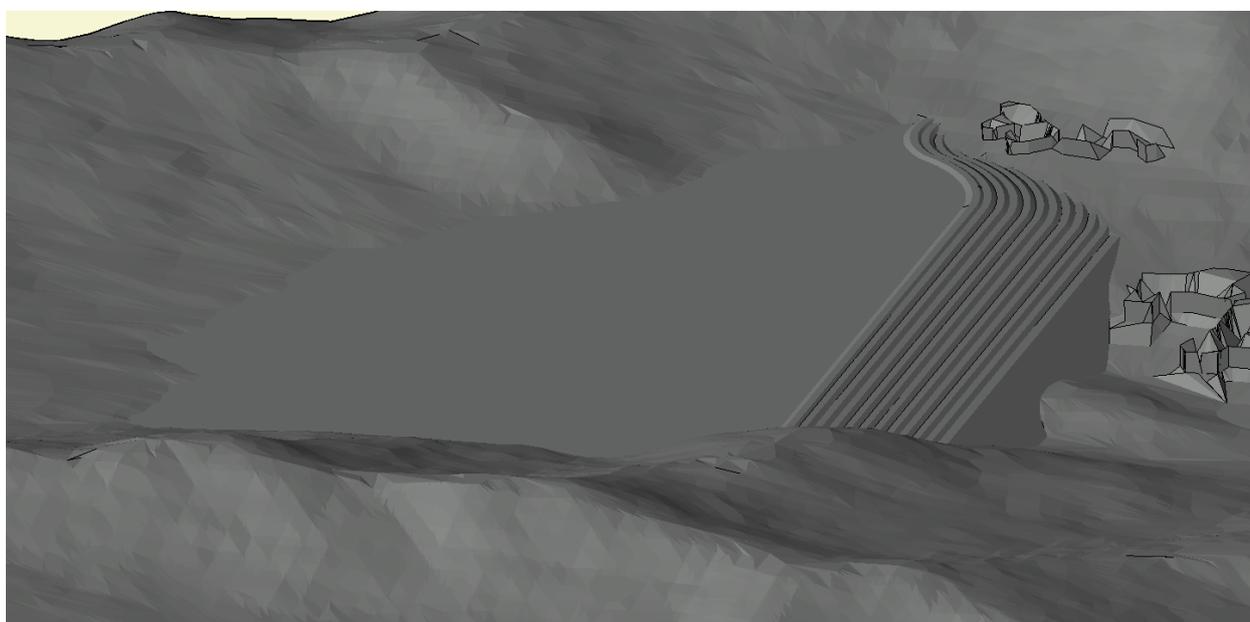


Рис. 9. Общий вид совместной поверхность хвостохранилища с рельефом
Fig. 9. General view of the joint surface of the tailings storage facility with relief

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно с уверенностью сказать, что за технологиями информационного моделирования стоит будущее строительной отрасли. Внедрение BIM-технологий необходимо в проектировании гидротехнических сооружений гражданского применения в виду сложности и многоэтапности разработки проектных решений по этим объектам. А в проектирова-

нии промышленных гидротехнических сооружений очень трудоемко и трудозатратно для компаний разработка и внедрения BIM-технологий, потому что промышленные ГТС в большей степени представляют собой земляные сооружения. Хотя проектировщикам-гидротехникам было бы легче и быстрее выдавать проектную документацию, применяя все преимущества BIM-технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Выставкина Е.В. Назначение гидротехнических сооружений // Colloquium-Journal. 2022. № 9-1. С. 37–39. EDN: JYCGXI.

2. Белкин П.В., Степенко Н.В., Чубатов И.В. Опыт применения технологии BIM при проектировании ГЭС // Гидротехника. 2019. № 1 (54). С. 21–23. EDN: RIOVDT.
3. Вирцев М.Ю., Власова А.Ю. BIM-технологии – принципиально новый подход в проектировании зданий и сооружений // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 23. С. 3827–3836. EDN: YQYRKP.
4. Курило Е.Ю., Нижегородцев Д.В. Технологии информационного моделирования при проектировании гидротехнических сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4 (81). С. 54–57. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2020-17-4-54-57>. EDN: CQDJGZ.
5. Дмитриева Т.Л., Яценко В.П., Курышов И.А. BIM как средство сквозного проектирования, технологии возведения и эксплуатации // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 2. С. 252–261. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-2-252-261>. EDN: JVVYJYQ.
6. Борисова Л.А., Абидов М.Х. Проблемы цифровизации строительной отрасли // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2019. № 3. С. 53–58. <https://doi.org/10.24411/2412-2025-2019-00041>. EDN: KKBLFY.
7. Гевара Рада Л.Т., Пешков В.В., Мартьянов В.И., Радионова Е.А., Бужеева Ф.Г., Сайбаталова Е.В. Технологии информационного моделирования (BIM) как основа бережливого строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 1. С. 70–81. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-70-81>. EDN: TDEUOH.
8. Король М.Г. BIM: информационное моделирование – цифровой век строительной отрасли // Строй-Металл. 2014. № 9. С. 26–30.
9. Вилисова А.Д. Совершенствование управления строительным проектированием на базе облачных технологий в условиях цифровизации экономики // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 3 (37). С. 5–9. <https://doi.org/10.52684/2312-3702-2021-37-3-5-9>. EDN: NVKLWA.
10. Васильева Н.В., Бачуринская И.А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 39–46. EDN: YUDSQP.
11. Parusheva S. Digitalization and Digital Transformation – Benefits and Challenges // International Conference: Information and Communication Technologies in Business and Education. Conference Proceedings. Varna: Science and economics, 2019. P. 126–134.
12. Волкова А.А., Плотников В.А., Рукинов М.В. Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития // Управленческое консультирование. 2019. № 4 (124). С. 38–49. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>. EDN: RPOCAD.
13. Eleftheriadis S., Mumovic D., Greening P. Life Cycle Energy Efficiency in Building Structures: A Review of Current Developments and Future Out Looks Based On BIM Capabilities // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 67. P. 811–825. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.028>.
14. Atanasova T. Main Factors Influencing Digitization in Construction Companies // International Conference: Information and Communication Technologies in Business and Education. Conference Proceedings. Varna: Science and economics, 2019. P. 116–125.
15. Милкина Ю.А., Макарова Е.Е. Внедрение современных информационных технологий в строительную отрасль // Организатор производства. 2021. Т. 29. № 3. С. 101–110. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.66.40.010>. EDN: FGCCDR.
16. Милкина Ю.А., Макарова Е.Е. Цифровые технологии как антиципативный компонент антикризисного менеджмента в управлении недвижимостью // Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 2. С. 151–165. EDN: HRTWRG.
17. Ливанова Е.А. BIM-проектирование гидротехнических сооружений с помощью программных комплексов линейки nanoCAD // Гидротехника. 2023. № 1 (70). С. 54–58. https://doi.org/10.55326/22278400_2023_1_54. EDN: RNSYHC.
18. Лобанова Т.А., Грибов П.А. Стадии проектирования гидротехнических сооружений // Научный журнал. 2017. № 4 (17). С. 29–30. EDN: YKVVTD.

REFERENCES

1. Vystavkina E.V. The Role of Hydraulic Systems. *Colloquium-Journal*. 2022;9-1:37-39. (In Russ.). EDN: JYCGXI.
2. Belkin P.V., Stepenko N.V., Chubатов I.V. BIM Technology Application in The Design of HPPS. *The Hydro-technika*. 2019;1(54):21-23. (In Russ.). EDN: RIOVDT.
3. Virtsev M.Yu., Vlasova A.Yu. BIM-Technology Is a Fundamentally New Approach in Design of Buildings and Structures. *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2017;18(23):3827-3836. (In Russ.). EDN: YQYRKP.
4. Kurilo E.Yu., Nizhegorodtsev D.V. Information Modeling Technologies at Design of Hydraulic Facilities. *Bulletin of Civil Engineers*. 2020;4(81):54-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2020-17-4-54-57>. EDN: CQDJGZ.

5. Dmitrieva T.L., Yashchenko V.P., Kuryshov I.A. BIM as A Means of End-To-End Design, Construction, and Operation. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2023;13(2):252-261. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-2-252-261>. EDN: JVVYJYQ.
6. Borisova L.A., Abidov M.H. Problems of Digitalization of the Construction Industry. *UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sotsiologiya*. 2019;3:53-58. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2412-2025-2019-00041>. EDN: KKBLFY.
7. Guevara Rada L.T., Peshkov V.V., Mart'yanov V.I., Radionova E.A., Buzheeva F.G., Saibatalova E.V. Building Information Modelling (BIM) Technology as A Basis for Lean Construction. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(1):70-81. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-70-81>. EDN: TDEUOH.
8. Korol' M.G. BIM: Information Modeling – The Digital Age of the Construction Industry. *StroiMetall*. 2014;9:26-30. (In Russ.).
9. Vilisova A.D. Improving Construction Design Management Based On Cloud Technologies in The Context of Economy Digitalization. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2021;3(37):5-9. (In Russ.). <https://doi.org/10.52684/2312-3702-2021-37-3-5-9>. EDN: NVKLWA.
10. Vasil'eva N.V., Bachurinskaya I.A. Problematic aspects of digitalization of the construction industry. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2018;7:39-46. (In Russ.). EDN: YUDSQP.
11. Parusheva S. Digitalization and Digital Transformation – Benefits and Challenges. In: *International Conference: Information and Communication Technologies in Business and Education. Conference Proceedings*. Varna: Science and economics, 2019. P. 126–134.
12. Volkova A.A., Plotnikov V.A., Rukinov M.V. Digital Economy: Essence of The Phenomenon, Problem and Risks of Formation and Development. *Administrative Consulting*. 2019;4(124):38-49. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>. EDN: RPOCAD.
13. Eleftheriadis S., Mumovic D., Greening P. Life Cycle Energy Efficiency in Building Structures: A Review of Current Developments and Future Out Looks Based On BIM Capabilities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017;67:811-825. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.028>.
14. Atanasova T. Main Factors Influencing Digitization in Construction Companies. In: *International Conference: Information and Communication Technologies in Business and Education. Conference Proceedings*. Varna: Science and economics, 2019. P. 116–125.
15. Milkina Yu.A., Makarova E.E. Introduction of Modern Information Technologies in The Construction Industry. *Organizer of Production*. 2021;29(3):101-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.66.40.010>. EDN: FGCCDR.
16. Milkina Yu.A., Makarova E.E. Digital Technologies as an Anti-Crisis Management Component in Real Estate Management. *Krasnoyarsk Science*. 2020;9(2):151-165. (In Russ.). EDN: HRTWRG.
17. Livanova E.A. BIM-Design of Hydraulic Structures Using Software Complexes of nanoCAD Line. *Hydrotehnika*. 2023;1(70):54-58. (In Russ.). https://doi.org/10.55326/22278400_2023_1_54. EDN: RNSYHC.
18. Lobanova T.A., Gribov P.A. Stages of Designing Hydraulic Structures. *Nauchnyi zhurnal*. 2017;4(17):29-30. (In Russ.). EDN: YKVVTD.

Информация об авторах

Чадов Роман Юрьевич,
ведущий инженер гидротехнического отдела,
ООО «РАМ Инжиниринг»,
121096, г. Москва, ул. Василисы Кожиной, 1,
Россия,
✉e-mail: 9834170284@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-7112-8840>

Пешков Артем Витальевич,
к.э.н., доцент, инженер НИЧ,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: artempeshkov@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>
Author ID: 670943

Information about the authors

Roman Yu. Chadov,
Leading Engineer of the Hydraulic Engineering
Department,
RAM Engineering LLC,
1 Vasilisa Kozhina St., Moscow 121096, Russia,
✉e-mail: 9834170284@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-7112-8840>

Artem V. Peshkov,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Engineer Scientific and Research Part,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: artempeshkov@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>
Author ID: 670943

Кудрявцева Вера Александровна,
к.э.н., доцент,
доцент кафедры экспертизы и управления
недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: kudravera@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0071-6602>
Author ID: 1027497

Vera A. Kudryavtseva,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: kudravera@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0071-6602>
Author ID: 1027497

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 27.02.2025.
Одобрена после рецензирования 10.03.2025.
Принята к публикации 14.03.2025.

Information about the article

The article was submitted 27.02.2025.
Approved after reviewing 10.03.2025.
Accepted for publication 14.03.2025.