

УДК 626-315.3

**ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ
МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

Качаев Александр Евгеньевич,
канд. техн. наук, научный сотрудник,
ФГБНУ ВНИИ «Радуга»,
Муравьев Александр Викторович,
научный сотрудник,
ФГБНУ ВНИИ «Радуга»

Аннотация: В статье показано как технологии информационного моделирования в процессе проектирования вариативных насосных агрегатов и станций на их основе помогают адаптировать многообразие отечественных и импортных насосов к условиям и возможностям мелиоративных систем, для которых они создаются. Определено в работе, что с помощью различных по типу и устройству насосов и их аппаратурному оформлению упрощаются работы по унификации типовых конструктивных схем насосных станций различной технологической производительности. В статье представлены примеры типовых проектов насосных агрегатов, состоящих из трех насосов различных конструкций.

Ключевые слова: насос, информационная модель, станция, мелиорация, проектирование, цифровой двойник, семейство

**INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES FOR DESIGNING
PUMPING STATIONS OF RECLAMATION SYSTEMS**

Kachaev Alexander Evgenievich,
PhD (Eng.), research fellow, Federal State Budgetary
Scientific Institution All-Russian Research Institute "Raduga",
Muravyov Alexander Viktorovich,
researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution
All-Russian Research Institute "Raduga"

Abstract: The article shows how information modeling technologies in the process of designing variable pumping units and stations based on them help to adapt the diversity of domestic and imported pumps to the conditions and capabilities of the melioration systems for which they are created. It is determined in the work that with the help of pumps of different types and designs and their hardware design, the work on unification of typical design schemes of pumping stations of different technological performance is simplified. The article presents examples of typical projects of pumping units consisting of three pumps of different designs.

Keywords: pump, information model, station, melioration, design, digital twin, kind

Введение. Проектирование объектов гидротехнического назначения, в том числе и насосных станций или сооружений, в концепции информационного моделирования подразумевает под собой создание не только стационарных объектов капитального строительства [1]. Насосные станции для различных задач мелиорации могут быть и передвижными – мобильными [2]. Насосные станции (агрегаты) вне зависимости от их исполнения выполняют несколько задач: снабжение мелиорируемых земель необходимым объемом поливной влаги; осушение земель с избыточно-влажностными показателями почвы; транспортировка и переброска водных ресурсов на различные расстояния, в том числе и для перекачивания воды на дальние расстояния и высотные отметки и др. [3].

В настоящее время развитие фермерских хозяйств подразумевает в себе использование гибких технологических насосных агрегатов, которые выполняли бы функции основного забора воды из водохранилищ или рек с совмещением функций полива на местах (насосные станции с регулируемыми в широком диапазоне режимами подачи воды).

Информационные технологии моделирования типовых конструкций насосных агрегатов позволяют расширить перечень возможных

типоразмеров таких станций и унифицировать их одновременно [4], причем существуют исследования, которые позволяют обосновать необходимость в такого рода линейном ряде насосных станций [5, 6]. В связи с этим возникает актуальность настоящих исследований в области проектирования с помощью современных информационных технологий и использования типовых конструктивных решений для насосных станций. На наш взгляд наиболее рациональными с точки зрения расхода электроэнергии и объемной подачи воды являются трехагрегатные насосные станции, которые могут быть представлены как в стационарном, так и в мобильном исполнении.

Целью настоящего **исследования** является проверка возможности использования информационных технологий и методов создания цифровых двойников объектов для разработки типовых конструкций трехагрегатных насосных станций мелиоративных систем и объединения их в семейства.

Основная часть. Насосные стационарные станции широко используются в мелиорации земель сельскохозяйственного назначения (рис. 1).



Рис. 1 Трехагрегатная насосная станция в металлическом каркасе с фундаментом

Они представляют собой объект капитального строительства с фундаментом, несущим каркасом сооружения, в котором размещены насосные агрегаты под перекрытием, как правило, выполняется все из металлических конструкций

Программный комплекс Revit Autodesk для проектирования строительных объектов, в том числе и насосных станций, является одним из представителей программных продуктов, работающих в системе информационного моделирования объектов гидротехнического назначения с возможностью использования различных типовых семейств – альбомов цифровых двойников оборудования, используемого при разработке объекта строительства. На рис. 2 представлен цифровой двойник насосной трехагрегатной станции на базе вертикальных вихревых насосов, которые могут быть использованы при поливе мелиорируемых земель с расходом 0,5-0,7 м³/час на 0,1 га.

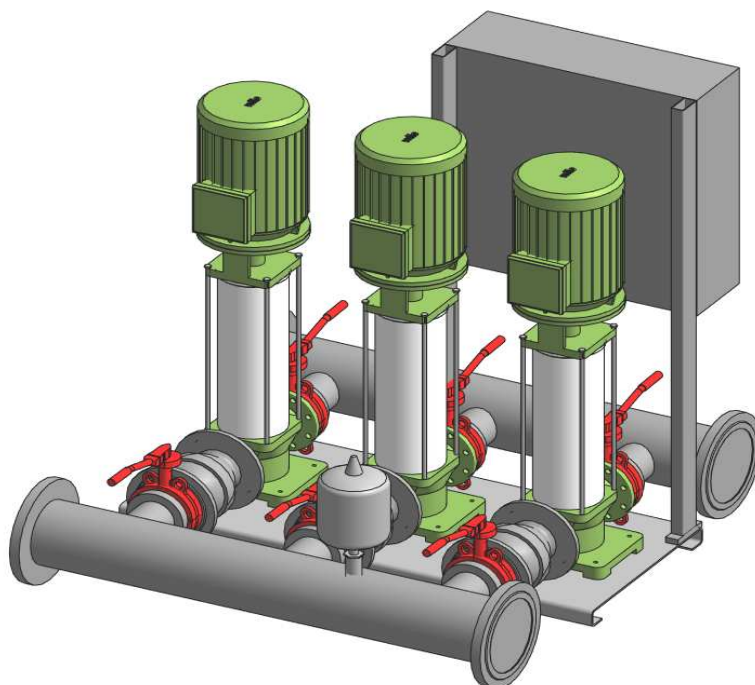


Рис. 2 Трехагрегатная насосная станция на базе вертикальных вихревых насосов с ручной запорной арматурой

Совершенствуя по аналогии с представленной на рис. 2 трехагрегатной насосной станцией другие аналогичные конструктивные исполнения подобных агрегатов будем иметь типовые конструктивные станции на базе трех насосов различной конструкции (рис. 3 - 5).

Станция на рис. 3 обладает преимуществом в сравнении с конструкцией, представленной на рис. 2. Прежде всего, она более энергоэффективна [7], во-вторых, менее металлоемкая, в-третьих, более

эргономичная и надежная по сравнению с вихревыми насосами [8]. Однако использование такой типовой конструкции при проектировании насосной станции ограничивается сравнительно низкой производительностью на перепаде высот более 20 м. Целесообразно использовать такую конструкцию на равнинной местности.

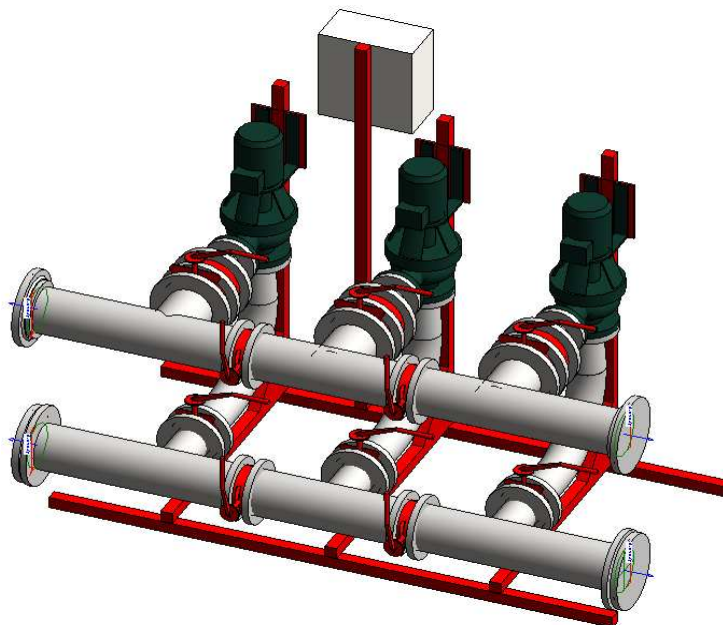


Рис. 3 Трехагрегатная насосная станция на базе вертикальных центробежных насосов с ручной запорной арматурой

Аналогом цифрового двойника семейства трехагрегатных насосных станций для Revit может являться станция с горизонтальными центробежными насосами, показанная на рис. 4. Безусловно, необходимость использования семейства цифровых двойников станций с различными конструкциями насосов позволяет воспользоваться вариативностью при проектировании всего комплекса станции, а также обратить особое внимание на подбор насосного оборудования, которое должно быть определенным образом вписано в габариты типовой конструкции насосной станции.

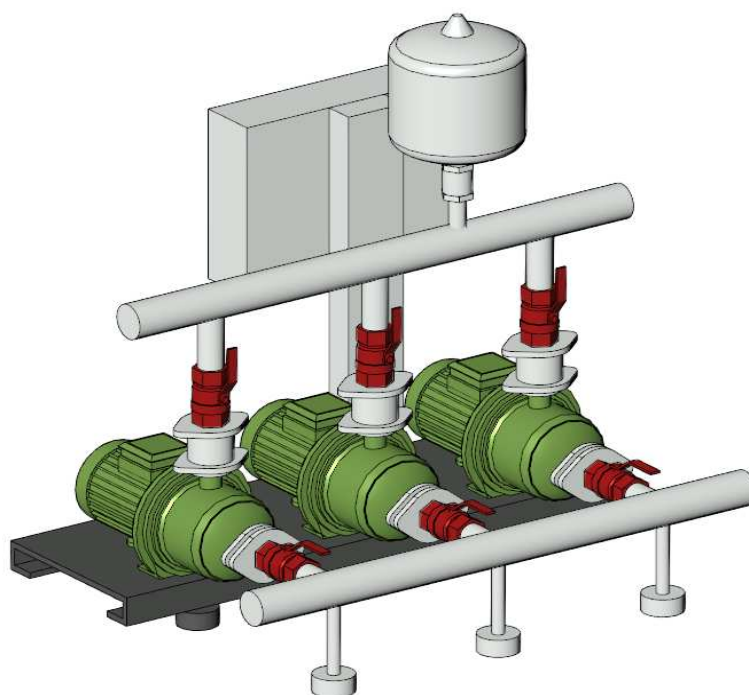


Рис. 4 Трехагрегатная насосная станция на базе горизонтальных центробежных насосов с ручной запорной арматурой

На рис. 5 представлен типовой проект трехагрегатной насосной станции большой производительности и с возможностью автоматизированного управления запорной арматурой.

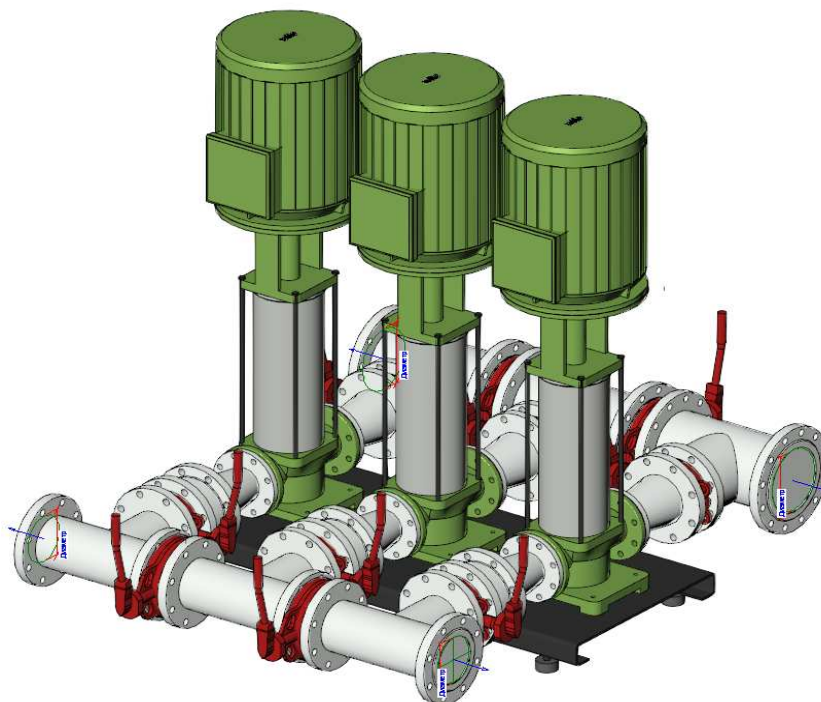


Рис. 5 Трехагрегатная насосная станция с возможностью автоматизированного управления запорной арматурой

Насосная станция, показанная на рис. 5, является наиболее современным и комплексным конструктивным решением, которое может быть рекомендовано к использованию при разработке детализованных чертежей подобной продукции на предприятиях гидротехнического машиностроения.

Проектирование подобных типовых насосных станций может учитывать возможности использования различного насосного оборудования – как отечественного, так и импортного. Особенностью использования отечественного оборудования при разработке типовых проектных решений семейства трехагрегатных насосных станций для программы Revit будет являться дополнительная работа по внесению в программные базы данных стандартов нашей страны, что является весьма трудоемкой работой.

Выводы. В исследовании наглядно показано как технологии информационного моделирования в процессе проектирования вариативных насосных агрегатов и станций на их основе помогают адаптировать многообразие отечественных и импортных насосов к условиям и возможностям мелиоративных систем, для которых они создаются. Определено в работе, что с помощью различных по типу и устройству насосов и их аппаратурному оформлению упрощаются работы по унификации типовых конструктивных схем насосных станций различной технологической производительности. В работе представлены примеры типовых проектов насосных агрегатов, состоящих из трех насосов различных конструкций, для которых определены их достоинства и недостатки.

Список источников

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. - Москва: ДМК Пресс, 2011. - 392 с.
2. Сидоренко Д. А., Качаев А. Е. BIM-технологии в строительстве: что будет дальше? // Новые технологии в учебном процессе и производстве: Материалы XXI Международной научно-технической конференции, посвящённой 35-летию полета орбитального корабля-

ракетоплана многоразовой транспортной космической системы "Буран", Рязань, 12–14 апреля 2023 года / Под редакцией А.Н. Паршина. – Рязань: Рязанский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Московский политехнический университет", 2023. – С. 490-492.

3. Турапин С. С. Методические рекомендации по правилам эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений / С. С. Турапин, Г. В. Ольгаренко. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 68 с.
4. Брыль С. В. К вопросу о создании цифровой информационной модели отдельно расположенных объектов гидромелиоративных систем // Наука. Исследования. Практика: Сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 25 июня 2022 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2022. – С. 54-57. – DOI 10.37539/SRP303.2022.81.62.012.
5. Брыль С. В. К вопросу о цифровом моделировании мелиоративных объектов // International Agricultural Journal. – 2021. – Т. 64, № 6. – DOI 10.24412/2588-0209-2021-10440.
6. Муравьев А. В., Медведева А. А. Оценка технико-экономической эффективности разработки экспериментального образца трехагрегатной ПКНС на базе вертикальных насосов с трансмиссионным валом (ВНТВ) для использования в закрытых оросительных системах // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 3. – С. 131-136.
7. Муравьев А. В., Лебедев Д. А. Преимущества и недостатки вертикальных насосов с трансмиссионным валом по сравнению с

другими центробежными насосами // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 2. – С. 29-35.

8. Кикот А. В. Исследование напорной характеристики вихревого насоса Leo APm 37 // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 45-51.

References

1. Talapov V. V. BIM Basics: Introduction to Building Information Modeling. - Moscow: DMK Press, 2011. 392 p.
2. Sidorenko D. A., Kachaev A. E. BIM technologies in construction: what will happen next? // New technologies in the educational process and production: Proceedings of the XXI International scientific and technical conference dedicated to the 35th anniversary of the flight of the orbital rocket plane of the reusable transport space system "Buran", Ryazan, April 12-14, 2023 / Edited by A. N. Parshin. - Ryazan: Ryazan Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University", 2023. Pp. 490-492.
3. Turapin S. S. Methodological recommendations on the rules for the operation of melioration systems and separately located hydraulic structures / S. S. Turapin, G. V. Olgarenko. - Kolomna: IP Vorobyov O. M., 2015. 68 p.
4. Bryl S. V. On the issue of creating a digital information model of separately located objects of irrigation and drainage systems // Science. Research. Practice: Collection of selected articles based on the materials of the International Scientific Conference, St. Petersburg, June 25, 2022. - St. Petersburg: Private Scientific and Educational Institution of Continuing Professional Education Humanitarian National Research Institute "NATSRZAVITIE", 2022. - Pp. 54-57. - DOI 10.37539 / SRP303.2022.81.62.012.

5. Bryl S. V. On the issue of digital modeling of reclamation objects // International Agricultural Journal. 2021. Vol. 64, No. 6. - DOI 10.24412/2588-0209-2021-10440.
6. Muravyov AV, Medvedeva AA Evaluation of the technical and economic efficiency of developing an experimental sample of a three-unit PCNS based on vertical pumps with a transmission shaft (VNTV) for use in closed irrigation systems // Bulletin of melioration science. 2024. No. 3. Pp. 131-136.
7. Muravyov AV, Lebedev DA Advantages and disadvantages of vertical pumps with a transmission shaft in comparison with other centrifugal pumps // Bulletin of melioration science. 2024. No. 2. Pp. 29-35.
8. Kikot AV Study of the pressure characteristic of the Leo APm 37 vortex pump // Bulletin of science and education of the North-West of Russia. 2022. Vol. 8, No. 3. Pp. 45-51.