



УДК 628.1

doi: 10.48612/dnitii/2023\_49\_83-88

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**В. О. Говоров**

**А. О. Говорова**

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
(НИУ МГСУ), г. Москва

### Аннотация

Статья посвящена разработке и реализации в области инженерных расчетов систем ВиВ веб-приложения с использованием IT-инструмента Glide — платформы.

### Ключевые слова

*гидравлический расчет труб, таблицы Ф. А. Шевелева, цифровизация, веб-приложение, водоснабжение*

### Дата поступления в редакцию

27.11.2023

### Дата принятия к печати

30.11.2023

### Введение

В строительной отрасли применение цифровых технологий таких как BIM-технологий, использование дронов и роботов, высокотехнологичной топографической съемки для строительства и геологоразведки, 3D печати является актуальной задачей в связи с глобальной цифровизацией мира.

Стоит отметить, что цифровые технологии, применяемые в таком направлении строительства, как водоснабжение и водоотведение (ВиВ) чаще всего ограничиваются использованием BIM-технологий (например, программные комплексы Revit и Renga). Они предназначены, в основном, для проектирования внутренних систем ВиВ. Для проектирования наружных сетей водоснабжения, станций водоподготовки и выполнения гидравлического расчета сооружений инженеры также используют универсальное (Microsoft Excel) или специализированное (например, Zulu) программное обеспечение [1, 2]. Однако оно требует инсталляции на рабочую станцию (персональный компьютер) и ограниченную доступность для малых предприятий и частных пользователей в силу высокой стоимости лицензии и ПО.

В тоже время инженер-проектировщик достаточно часто в процессе работы обращается к различным справочным материалам, классификаторам и делает вспомогательные расчеты. Часть такой

работы связана с логическим выбором (в зависимости от тех или иных исходных параметров) или определенными расчетами по формулам, которые можно автоматизировать, оптимизировав процесс проектирования. Стоит отметить, что в глобальной сети интернет существуют различные сайты, позволяющие упростить и ускорить процесс проектирования (например, VIK.by [3]).

Однако, в силу развивающихся технологий существует множество IT-инструментов, благодаря которым можно создать электронный аналог сайта в виде прогрессивного веб-приложения (PWA), с куда более мощным функционалом и большими возможностями.

### Методы и материалы

Одним из таких инструментов является Glide — платформа для быстрой разработки прогрессивных веб-приложений на основе реляционных баз данных, в качестве которых могут использоваться Google-таблицы, Airtable или внутренняя база данных Glide [4]. Платформа Glide относится к так называемым no-code инструментам, в которой создание PWA осуществляется без использования программного кода, при этом всю логику работы приложения возможно реализовать при помощи встроенного визуального редактора сценариев (рис. 1).

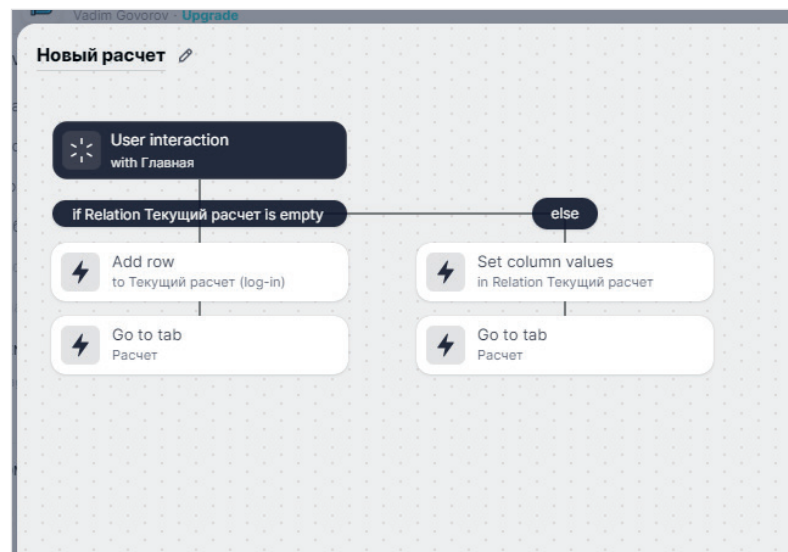


Рис. 1. Визуальный редактор сценариев Glide

При создании приложения сама платформа Glide позволяет собрать подходящую визуальную составляющую из представленного набора визуальных элементов, которые впоследствии связываются с базой данных.

### Результаты и обсуждение

В качестве демонстрации возможностей Glide в области создания приложений, позволяющих оптимизировать проектную деятельность в сфере водоснабжения, была поставлена цель по созданию PWA-приложения для гидравлического расчета водопроводных труб на основании таблиц Ф. А. Шевелева.

Для приложения, позволяющего производить гидравлический расчет водопроводных труб по таблицам Ф. А. Шевелева на основе Glide, выбрано название SheVa и принята концепция минимализма.

При создании SheVa нами были поставлены следующие задачи: приложение должно работать на мобильных устройствах и ПК, оно должно запускаться и работать без инсталляции на устройство, возможность выполнения гидравлического расчета для девяти материалов трубопровода, возможность использования информации о диаметрах из ГОСТ и ТУ в качестве входных данных для расчетного диаметра труб, возможность определения расчетного внутреннего диаметра по расходу и скорости, определение потерь напора по длине, последующее сохранение гидравлического расчета, возможность скопировать результат гидравлического расчета, удобный доступ к нормативной, технической документации, учебным и методическим пособиям.

Целью гидравлического расчета служит определение потерь напора по длине трубопровода при допустимых значениях скорости воды  $v = 0,3 - 1,5$  м/с. Для снижения трудоемкости определения потерь напора по длине на практике широко применяются специальные таблицы, составленные в 50-х годах прошлого столетия Ф. А. Шевелевым, основные труды которого посвящены вопросам инженерной гидравлики, главным образом гидравлике трубопроводов.

Таблицы Ф. А. Шевелева (далее по тексту — таблицы) позволяют определить величину потерь напора на единицу длины трубопровода  $i$  или на 1000 м длины ( $1000 i$ ) для всех стандартных диаметров труб различных типов в широком диапазоне расходов и соответствующих им скоростей [5–7].

В данных таблицах используется формула Дарси-Вейсбаха:

$$i = \lambda \frac{1}{d_p} \frac{v^2}{2g}$$

где  $i$  — гидравлический уклон (потери напора на единицу длины);  $\lambda$  — коэффициент трения по длине;  $d_p$  — расчетный внутренний диаметр трубы, м;  $v$  — средняя скорость движения воды, м/с;  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Для использования формулы необходимо определить значения коэффициента для труб из различных материалов и принять расчетные величины диаметров [8]. Диаметры для труб из различных материалов выбираются согласно ГОСТам или принимаются инженером-проектировщиком в зависимости от исходных данных.

В настоящее время инженеры-проектировщики в качестве альтернативной формы таблиц пользуются различными ресурсами, доступными в сети интернет [8].

Для выполнения поставленных задач на платформе Glide были созданы следующие основные таблицы базы данных «Пользователи», «Текущий расчет», «Сохраненный расчет», «Конвертер», «Справочник», а также вспомогательные таблицы, содержащие данные о параметрах трубопроводов, варианты выбора пользователя. Между необходимыми полями таблиц установлены реляционные связи и настроена необходимая логика.

На **рис. 2** показана таблица «Текущий расчет», благодаря которой, пользователь может получить результат гидравлического расчета. В колонку гидравлического уклона  $i$  вбита формула Дарси-Вейсбаха с учетом коэффициента  $\lambda$  в зависимости от материала трубы, выбранного пользователем.

*Рис. 2 см. на следующей странице*

Row ID	Q	Q л.с. для расчета	Скорость V м.с	гидравлический уклон
1	SXltupA-ERVWPJaG0v	Выберите ед. изм. расхода		Материал трубы не выбран
2	qIGqTQeuQ9ue2USUo	0,3	1,550 м/с	0,3442696533
+ New row				

Formula

IF(A2="Стальные", IF(A1="Новые", (0.0159/A4^0.226)\*(1+0.684/A3)^0.226\*(1/A4)\*(A3^2/19.62), IF(A3<1.2, (0.000912\*A3^2/A4^1.3)\*(1+0.867/A3)^0.3, 0.00107\*A3^2/A4^1.3)), IF(A2="Чугунные", IF(A1="Новые", (0.0144/A4^0.284)\*(1+2.36/A3)^0.284\*(1/A4)\*(A3^2/19.62), IF(A3<1.2, (0.000912\*A3^2/A4^1.3)\*(1+0.867/A3)^0.3, 0.00107\*A3^2/A4^1.3)), IF(A2="Асбестоцементные", (0.000561\*A3^2/A4^1.190)\*(1+3.51/A3)^0.190, IF(A2="Железобетонные", (0.000802\*A3^2/A4^1.190)\*(1+3.51/A3)^0.190, IF(OR(A2="Стальные с ЦП покрытием", A2="Чугунные с ЦП покрытием"), (0.000626\*A3^2/A4^1.190)\*(1+3.51/A3)^0.190, IF(OR(A2="Пластмассовые", A2="Стеклопластиковые"), (0.000685\*A3^1.774/A4^1.226), IF(A2="Стеклопластиковые", (0.000745\*A3^1.774/A4^1.226), "Материал трубы не выбран"))))))))

Рис. 2. Таблица «Текущий расчет»

После настройки и заполнения необходимой информацией базы данных, следующим шагом является «сборка» интерфейса PWA-приложения и настройка видимости элементов в зависимости от взаимодействия пользователя. На рис. 3 представлен процесс сборки интерфейса в визуальном редакторе платформы Glide.

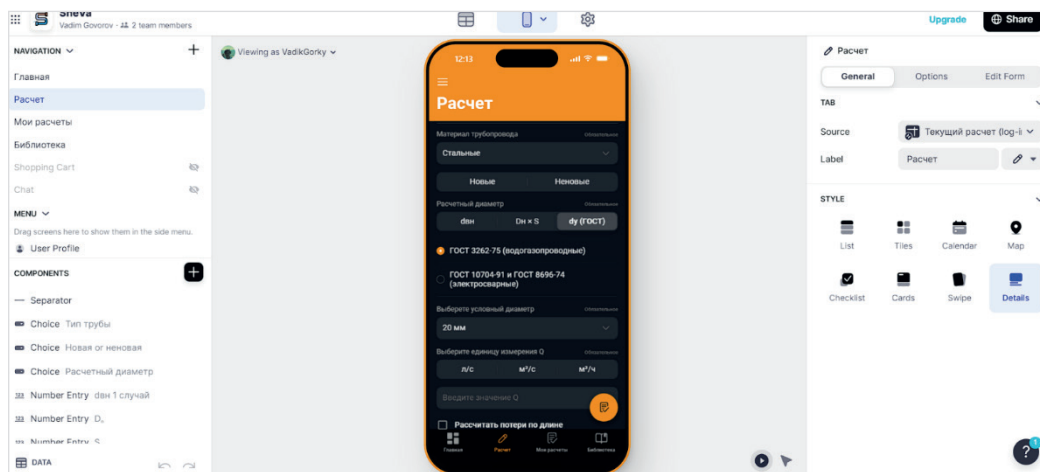


Рис. 3. Таблица «Текущий расчет» на экране мобильного приложения

После завершения сборки приложения, осуществляется этап тестирования, в ходе которого выявляются недочеты и ошибки в работе приложения и алгоритмов.

На рис. 4 представлено несколько экранов приложения SheVa.

### Выводы

В заключение следует отметить, что в результате глобальной цифровизации и наличия IT-инструментов, таких как платформа Glide, появилась возможность оптимизировать и облегчить рабо-

ту инженера-проектировщика в сфере водоснабжения. Приложение SheVa выполняет поставленные в данной статье цели и задачи, позволяя инженеру-проектировщику осуществить гидравлический расчет на мобильном или стационарном устройстве, а также предоставляет удобный доступ справочному материалу и конвертеру единиц измерения.

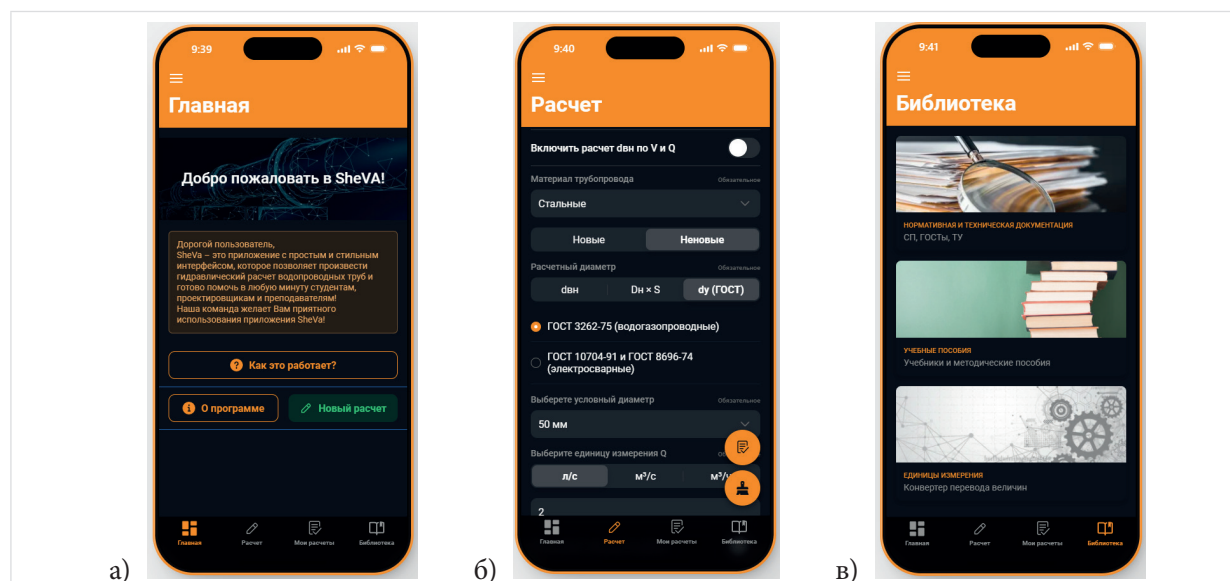


Рис. 4. Приложение SheVa: а — главный экран; б — экран расчета; в — экран «Библиотека»

### Библиографический список

1. Примин О. Г., Громов Г. Н. Разработка электронной модели систем водоснабжения и водоотведения и ее реализация на примере российского города // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 4. С. 44 – 51.
2. Громов Г. Н., Бычков Д. А. Основные аспекты построения и применения электронной модели системы водоснабжения // ВодаMagazine, 2016. № 9, С. 10 – 14.
3. База знаний для проектировщиков. Электронный ресурс URL: <https://vik.by> (дата обращения 10.08.2023).
4. Glid. Электронный ресурс URL: <https://www.glideapps.com> (дата обращения 10.08.2023).
5. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т. 3 Системы распределения и подачи воды. — изд. 3-е, перераб. и доп.: Учеб. Пособие. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. 408 с.
6. Ефремов Р. В., Зубарева О. Н., Шипков О. И. К вопросу о снижении капитальных затрат при строительстве систем внутреннего водоснабжения и водоотведения // Системные технологии. 2022. № 1 (42). С. 22 – 26.
7. Андрианов А. П., Ефремов Р. В., Хургин Р. Е. Проблемы современного водоснабжения // Системные технологии. 2022. № 3 (44). С. 5 – 13.
8. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. — 9-е изд., исправленное. М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. — 352 с.

---

## APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENGINEERING CALCULATIONS OF WATER SUPPLY SYSTEMS

**V. O. Govorov**  
**A. O. Govorova**

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

---

### **Abstract**

The article is devoted to the development and implementation in the field of engineering calculations of VIV systems of a web application using the IT tool Glide platform.

### **The Keywords**

*hydraulic calculation of pipes,  
F. A. Shevelev tables, digitalization,  
web application, water supply*

### **Date of receipt in edition**

27.11.2023

### **Date of acceptance for printing**

30.11.2023

---

### **Ссылка для цитирования:**

*В. О. Говоров, А. О. Говорова. Применение цифровых технологий в инженерных расчетах систем водоснабжения. — Системные технологии. — 2023. — № 4 (49). — С. 83–88.*