

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA TASHKILIY QO‘MITASI

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departamenti rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiyasi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitedagi istiqbolli va strategik vazifalarini amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishslash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrasi mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrasi mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrasi mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrasi mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrasi mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mehanika kafedrasi mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrasi professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi assistenti

Setting the task of automating the method of designing the longitudinal profile of engineering networks

D. Umarova¹, O. Musaev^{1,2}, U. Umarov¹, A. Rizaev¹, N. Hudayberganova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Uzbekistan Airways, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article considers the task of automating the construction of a longitudinal profile of engineering water supply networks. A technique based on the use of geometric data of the pipeline route and hydraulic calculations is proposed. The software architecture includes modules for input of initial data, calculation of profile parameters and visualization of results. As part of the study, a program code was implemented that was used to perform a hydraulic calculation of the engineering network. The calculation of pressure losses is carried out using basic hydraulic formulas such as the Darcy–Weisbach equation. As an example, the calculation results for a typical water supply system are shown, demonstrated by a graph of pressure loss changes along the route of the water supply network. The developed software package simplifies and speeds up the calculations, which is confirmed by the analysis of the results.

Keywords:

water supply, longitudinal profile, automation, hydraulic calculation, Python, software architecture

Постановка задачи автоматизации метода проектирования продольного профиля инженерных сетей

Умарова Д.¹, Мусаев О.^{1,2}, Умаров У.¹, Ризаев А.¹, Худайберганова Н.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²“Узбекистон хаво йуллари”, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В статье рассматривается задача автоматизации построения продольного профиля инженерных сетей водоснабжения. Предложена методика, основанная на использовании геометрических данных трассы трубопровода и гидравлических расчетов. Архитектура программного обеспечения включает модули ввода исходных данных, расчета параметров профиля и визуализации результатов. В рамках исследования реализован программный код, с помощью которого произведен гидравлический расчет инженерной сети. Расчет потерь напора проводится с использованием основных гидравлических формул, таких как уравнение Дарси–Вейсбаха. В качестве примера приведены результаты вычислений для типовой системы водоснабжения, продемонстрированные графиком изменений потерь напора вдоль трассы водопроводной сети. Разработанный программный комплекс упрощает и ускоряет выполнение расчетов, что подтверждается анализом результатов.

Ключевые слова:

водоснабжение, продольный профиль, автоматизация, гидравлический расчет, Python, программная архитектура

1. Введение

Проектирование продольного профиля трубопроводов — один из наиболее трудоёмких и ответственных этапов в создании инженерной инфраструктуры. Инженерам необходимо учитывать не только геометрические параметры и рельеф местности, но и соответствие гидравлическим требованиям и нормативным документам. Современное проектирование систем водоснабжения требует точного расчета продольных профилей трубопроводов с учетом рельефа и гидравлики. Автоматизация этого процесса позволяет снизить трудоемкость и повысить надежность расчетов. Существующие программные комплексы (например, EPANET) широко используются для моделирования сетей водоснабжения. В работе Zhang (2024) отмечается, что с помощью EPANET можно спроектировать эффективную систему водоснабжения с учетом необходимых расходов и давлений [1,2]. Целью

данной работы является формализация требований и функций к программному обеспечению, которое позволит автоматизировать построение продольного профиля инженерных сетей, с возможностью как ручного, так и автоматического ввода информации с карт или файлов топосъёмки.

Применение ПО позволяет не только ускорить решение задачи по трассировке сети, но и решать принципиально новые, более сложные задачи систем подачи и распределения воды.

2. Методы

Продольный профиль водопроводной сети представляет собой схематическое изображение трассы трубопровода в вертикальной плоскости. На нем отображаются отметки земли, проектные и фактические уклоны, глубины заложения труб, а также размещение



инженерных сооружений, пересечений с коммуникациями и других элементов сети [3].

Проектирование профиля начинается с обработки топографической информации, включая координаты характерных точек и рельеф местности. На основе трассировки составляется горизонтальный план, после чего строится вертикальный профиль с расчетом уклонов, отметок заложения и гидравлических параметров [4].

Проектные данные в плане (горизонтальные параметры) — рассчитываются с применением методов трассирования. Сюда входят длины участков, координаты поворотных точек, параметры круговых и переходных кривых, определяющих форму трассы на плане.

Проектные данные в профиле (вертикальные параметры) — включают расчет вертикальных уклонов, длину прямых участков, параметры сопрягающих вертикальных кривых, обеспечивающих плавный переход между участками с разными уклонами.

Результатом комплексной обработки этих данных является геометрическая модель трассы в виде ломаной линии, отражающей продольный профиль водопроводной сети с учетом рельефа, проектных отметок и инженерных элементов.

На текущий момент существует множество программных решений для проектирования наружных и внутренних инженерных сетей. Однако, многие из них не обеспечивают интеграции с другими системами, а также не автоматизируют полный процесс проектирования, что сказывается на производительности и качестве результата.

2.1 Алгоритм гидравлического расчета потерь напора

Основным расчетным блоком является определение величины потерь напора на каждом участке трубы. Для автоматизированного определения потерь напора на участках водопроводной сети в составе программного обеспечения реализован расчетный модуль, основанный на классической формуле Дарси–Вейсбаха [5,6]:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

где h_f — потери напора (м),

λ — коэффициент гидравлического сопротивления (определяется по формуле Свами–Джайн),

L — длина участка (м), D

D — диаметр трубы (м),

v — скорость потока (м/с),

g — ускорение свободного падения.

Результаты расчетов сохраняются в файлы и отображаются с помощью встроенных инструментов визуализации.

Алгоритм реализует следующие шаги:

[1] Ввод исходных данных (расход, диаметр, длина трубопроводов).

[2] Расчет площади поперечного сечения и скорости потока.

[3] Определение числа Рейнольдса и коэффициента сопротивления.

[4] Расчет потерь напора по формуле Дарси–Вейсбаха.

[5] Обработка нескольких участков через таблицу (pandas DataFrame).

[6] Сохранение результатов в Excel-файл.

Визуализация зависимости потерь от длины участка (с графиком).

2.2 Алгоритм построения продольного профиля

Архитектура программного комплекса включает модули ввода, обработки и вывода. Разработка программного обеспечения предполагает реализацию следующих модулей:

- Модуль импорта топографических данных: поддержка форматов DWG, DXF, GeoTIFF, SHP, CSV.

- Модуль импорта данных гидравлического расчета.

- Модуль трассировки: ручное и полуавтоматическое создание полилиний трассы с возможностью указания параметров (диаметр, уклон, глубина и т.д.).

- Модуль отметок: ввод и редактирование отметок земли с обеих сторон трассы.

- Расчетный модуль: расчет уклонов, глубин заложения, отметок низа трубы и проверка соответствия нормативам.

- Модуль пересечений: добавление данных о коммуникациях, колодцах, углах поворота и изменениях диаметра.

- Генератор продольного профиля: построение графика с линией земли, трубы, колодцами, подписью отметок и уклонов.

- Модуль экспорта: вывод чертежей и таблиц в PDF, DWG или Excel.

- Модуль детализации колодцев.

- Модуль вывода спецификаций сети (генерация спецификаций и таблиц).

На рис. 1 представлена блок-схема архитектуры ПО.

3. Результаты и обсуждение

Проектирование внешних инженерных сетей содержит в себе определенные сложности, среди которых комплекс работ по выбору технического решения, оценке необходимого количества оборудования с учетом его качественных характеристик, расчета систем и составления чертежей, а также спецификаций оборудования, оформление трубопровода на плане и продольном профиле [7]. Не обходится и без изменений: меняется трассировка трубопровода, меняются точки подключения. Разрабатываемый метод поможет минимизировать время на внесение изменений, а создание и оформление продольных профилей будет занимать значительно меньше усилий и времени.

На основе поставленных требований разработана концептуальная архитектура программного продукта (рис. 1). Отдельное внимание удалено интеграции с геоданными, предоставляемыми в виде цифровых топографических карт, а также возможности предварительного гидравлического расчета.

Разработан код для расчета Ожидаемый результат — сокращение времени проектирования минимум на 40%, повышение точности расчётов и снижение количества ошибок при построении профилей.

В ходе реализации планируется использовать язык программирования Python с графической библиотекой PySide (Qt for Python), а также модули matplotlib для построения графиков, ezdxf — для интеграции с AutoCAD.

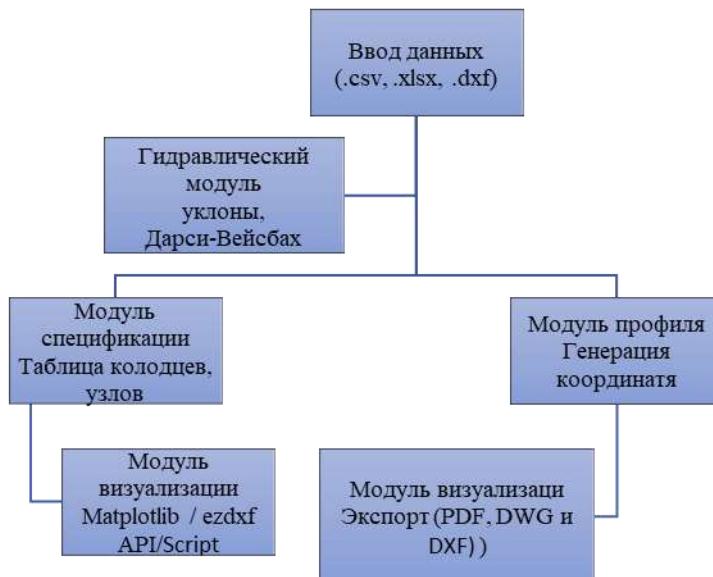


Рис. 1. Блок-схема архитектуры программного обеспечения автоматизации построения продольного профиля

Для проверки работоспособности и удобства применения алгоритма гидравлики был реализован расчет потерь напора на нескольких участках трубопровода (см. Приложение А). Результаты сохранены в таблицу Excel и использованы для визуального анализа (см. таблицу 1).

Таблица 1

Потери напора вдоль трубопровода

№ участка	Длина участка м	Диаметр трубы, мм	Расход л/с	Скорость потока, м/с	Потери напора, м	Суммарные потери, м
1	50	100	3.0	0.38	0.12	0.12
2	70	100	3.0	0.38	0.17	0.29
3	90	100	3.0	0.38	0.22	0.51
4	60	80	3.0	0.60	0.36	0.87
5	100	80	3.0	0.60	0.60	1.47
6	80	65	3.0	0.90	1.08	2.55
7	100	65	3.0	0.90	1.35	3.90

Для визуализации применяется библиотека Matplotlib, позволяющая построить график зависимости потерь напора от длины трубопроводов (см. Приложение).

На основе расчета был построен график рисунок 2

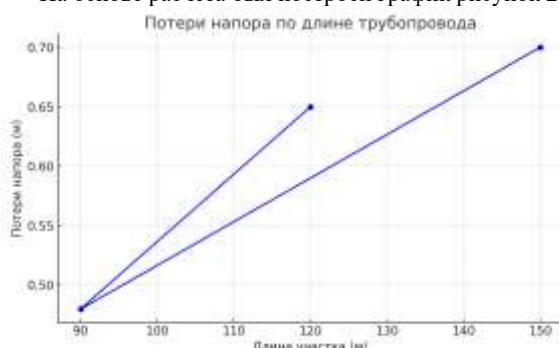


Рис. 2. График потерь напора по длине трубопровода

На графике показано, как увеличиваются потери напора по мере увеличения длины участков при фиксированных расходах и диаметрах. Это позволяет

оптимизировать проектирование, обеспечивая допустимые давления и минимизируя избыточные уклоны.

4. Заключение

Поставленная задача по автоматизации построения продольного профиля инженерных сетей отражает актуальные требования к цифровизации проектных процессов. Предложенное программное решение позволит объединить функции трассировки, расчета и визуализации, а также повысить удобство инженерной работы. В дальнейшем предполагается реализация прототипа с последующим тестированием на реальных проектах.

Использованная литература / References

- [1] Zhang D. (2024). Design a Water Distribution Network for a Small Tourist Resort. Proceedings of the 1st International Conference on Modern Logistics and Supply Chain Management (MLSCM), SciTePress, Vol.1, pp.259–263.
- [2] EPANET 2.2 User's Guide, US Environmental Protection Agency, Washington, 150 pp., 2020. <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
- [3] GOST 21.704–2011. (2012). *System of Design Documentation for Construction (SPDS). Rules for Execution of Working Documentation for External Water Supply and Sewerage Networks*. Tashkent: Uzstandard.
- [4] Орлов В.А. Водоснабжение: учебник для бакалавриата и специалитета. — М.: ИНФРА-М, 2023. — 443 с.
- [5] Козлова О.В., Бушуева У.С., Газизов Ф.Н., Кикоть Е.А. (2021). Проблемы построения профиля сети при моделировании гидравлических режимов в рамках разработки и актуализации схем водоснабжения и водоотведения. [Politerm.com+1politerm.co](http://politerm.com+1politerm.co)

[6] Моргунов, К. П. Гидравлика: учебник / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1735-

[7] Грицкiv Л.H. (2022). *Построение продольного профиля линейного сооружения. Выполнение расчетно-графической работы: электронное учебно-методическое пособие.* Тольятти: Изд-во ТГУ. ISBN: 978-5-8259-1105-2.

Информация об авторах

**Умарова
Динара** Ташкентский государственный транспортный университет
Государственное учреждение «КОММУНАЛЛОЙИНА Научно-исследовательский институт»,
Ташкент, Узбекистан
E-mail: aranid.licky@gmail.com

**Мусаев
Олимжон**

Ташкентский государственный транспортный университет
Uzbekistan Airways, Ташкент,
Узбекистан

Умаров Учкун

Ташкентский государственный транспортный университет

**Ризаев
Абдумалик**

Ташкентский государственный транспортный университет

**Худайберганова
Нагима**

Ташкентский государственный транспортный университет

CONTEXT / MUNDARIVA

D. Allayorova, M. Ikramova	
<i>Study of siltation intensity of water reservoir.....</i>	4
Z. Yerkebayev, M. Aliev	
<i>Biological purification of drinking water using hydrobiomass</i>	7
N. Khudaiberganova, A. Rizaev, G. Rikhsikhodzhaeva	
<i>Adsorption of benzene vapors in oil waste-based adsorbents.....</i>	10
U. Bahramov, Sh. Esanmurodov, N. Khakimova	
<i>Development of a quality management system for housing and communal services (HCS)</i>	13
A. Arifjanov, F. Babajanov, J. Donoboev	
<i>Feature of river flow in the riverbed</i>	16
J. Shukurov, S. Omandavlatov, O. Ochilidiyev, O. Yunusov	
<i>Compositional analysis of treated wastewater at the Termez city wastewater treatment plant.....</i>	20
U. Bakhramov, U. Umarov, K. Kuvondikov	
<i>Improving the methods of alternative design of water supply and distribution systems</i>	23
D. Umarova, O. Musaev, U. Umarov, A. Rizaev, N. Hudayberganova	
<i>Setting the task of automating the method of designing the longitudinal profile of engineering networks</i>	26
K. Rakhimov, A. Rizaev, S. Sabirova	
<i>Change in energy in the interposition of flows</i>	30
A. Obidjonov, B. Kakharov, A. Babaev, U. Chorshanbiev	
<i>Open channel coating protection technology when saving water resources</i>	33
U. Umarov, F. Abdujalilov	
<i>Yangihayot district ground (drainage) water seasonal analysis study..</i>	36
U. Umarov, F. Abdujalilov	
<i>Study of natural purification of drainage water in unlined ditches ...</i>	39
K. Kuvondikov, N. Khudayberganova, G. Rikhsikhodjaeva, E. Khayrullaev	
<i>Methods of washing filters in wastewater systems and their effectiveness</i>	42
M. Ruzibaeva, U. Umarov, A. Rizaev, U. Bakhramov	
<i>Analysis on local redcurrent sand for water filter loading.....</i>	46