

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2025, Том 13, № 2 / 2025, Vol. 13, Iss. 2 <https://mir-nauki.com/issue-2-2025.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/60PDMN225.pdf>

DOI: 10.15862/60PDMN225 (<https://doi.org/10.15862/60PDMN225>)

5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Носенко, М. О. Анализ виртуальных лабораторий по дисциплине «Гидравлика» для студентов строительного и механического профиля / М. О. Носенко // Мир науки. Педагогика и психология. — 2025. — Т. 13. — № 2. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/60PDMN225.pdf>. DOI: 10.15862/60PDMN225.

For citation:

Nosenko M.O. Analysis of virtual laboratories in the discipline «Hydraulics» for students of construction and mechanical engineering. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2025;13(2): 60PDMN225. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/60PDMN225.pdf>. DOI: 10.15862/60PDMN225. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 37.02; 53.072

Носенко Мария Олеговна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Старший преподаватель Высшей школы промышленного и гражданского строительства
E-mail: Marnosenko@gmail.com
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=178653

Анализ виртуальных лабораторий по дисциплине «Гидравлика» для студентов строительного и механического профиля

Аннотация. Информационно-коммуникационные технологии широко применяются в онлайн- и дистанционном обучении, особенно актуальны эти решения в области инжиниринга. Информационные технологии остаются быстрорастущим направлением, пытающуюся предоставить инфраструктуру, которая интегрируется в учебный контент, и представлять образовательный продукт и обучение эффективно, действенно и экономически выгодно. В инновационном инженерном образовании значимыми являются лаборатории. Они же являются одной из самых больших статей расходов университетов на установку и обслуживание, что является проблемой в образовательных учреждениях с ограниченными средствами. В рамках развития информационно-коммуникационных технологий виртуальные лаборатории позволяют снять это ограничение. Цифровая лаборатория дает возможность обучающимся выполнять исследования, аналогичные настоящим.

Виртуальные лаборатории используются в обучении гидравлики в профессиональном и высшем образовании. Теория в гидравлике абстрактна и сложна для понимания студентов. Учебные лабораторные комплекты по инженерным наукам должны демонстрировать основополагающие инженерные явления, сохраняя при этом точность и достоверность измерений. В гидравлике достижение этих условий представляет собой проблему, поскольку комплекты требуют переноса и преобразования энергии и вещества в реальном времени в масштабах, достаточно больших, чтобы выявлять измеримые явления, но не настолько больших, чтобы представлять опасность для пользователей. В настоящей статье рассматриваются виртуальные лабораторные работы для инженерного образования в области строительства и механики. Автором обсуждаются три различных вида ресурсов. Дается заключение вместе с рекомендациями для будущих исследований.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория; программная среда; информационно-коммуникационные технологии; гидравлика; гидродинамика; закон Бернулли; расходомер Вентури

Введение

Строительные и механические специальности имеют полностью практическую направленность, которая достигается в реализации в обучении лабораторных работ. Наблюдая и выполняя лабораторные работы как ключевого компонента образования обучающиеся принимают участие в активном обучении, помогая получать практический опыт. Эксперты в образовании считают, что проведение экспериментов повышает увлечение студентов научными курсами. «Экспериментальные умения являются важнейшим компонентом практической подготовки бакалавра, определяющей готовность к поиску информации эмпирическими методами» [1].

Дистанционное обучение способствовало развитию интернет-технологий и новых методов обмена информацией. Процесс постижения учебной программы студентами инженерного профиля не мыслим без лабораторных занятий. «Действующие ФГОС высшего образования предусматривают широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, в том числе компьютерных симуляций ... Ничто так не отвечает этим требованиям, как виртуальные лаборатории и проводимый в них виртуальный эксперимент, что и вызывает закономерный интерес к их созданию и использованию в образовательном процессе» [2]. Многие авторы отмечают «целесообразность широкого внедрения в учебный процесс виртуальных лабораторных практикумов по ... техническим дисциплинам, как правило, обосновывают снижением затрат на проведение экспериментальных работ (дорогостоящие материалы и оборудование, обслуживающий персонал), сокращением времени выполнения работы («виртуальное» время несопоставимо с реальным), отсутствием необходимости соблюдения техники безопасности и др.» [3].

Дисциплина гидравлика преподается на младших курсах для студентов строительного и механического профиля. Опыт показывает, что, приближаясь к своим первым лабораторным занятиям, многие студенты испытывают неуверенность и нервозность. Это особенно актуально для студентов, обучающихся дистанционно. Если эти студенты хотят получить ожидаемую пользу от лабораторных занятий, необходимо, подготовить методические материалы.

Внедрение интерактивных образовательных технологий в инженерные науки приводят к постоянному улучшению эффективности лекций, лабораторных и практических работ с точки зрения организации, тем, целей и качества. Если говорить о перспективах студентов, можно отметить преимущества: вовлеченность в уникальную учебную среду, отличную от типичных, четко определенных лабораторных и аудиторных обстановок.

Виртуальная лаборатория позволяет выйти за рамки ограничений лаборатории, занятия становятся доступными для большего числа студентов, т. к. используется информационно-коммуникационные технологии, есть возможность отслеживать действия студентов, получать статистические отчеты, а также выявить недостатки в заданной учебной программе. «Виртуальные лаборатории позволяют в реальных производственных условиях наблюдать за процессами, которые трудноразличимы из-за малых размеров приборов или частиц, не зависеть от времени и ресурсов, изменять параметры проведения опытов без боязни нарушения мер безопасности, формировать компетенции вне образовательной организации» [4; 5].

Студенты придают большое значение адаптивности учебных курсов, возможности изучать материал в своем темпе, когда доступ к лаборатории не ограничен режимом работы образовательного учреждения.

Дистанционную лабораторию невозможно сломать, причинить ей вред, т. к. У контролируемых параметров есть граничные условия, которые контролируются программой. В реальной лаборатории требуется осторожность и дисциплина. Реальный эксперимент — часто небезопасный и дорогостоящий. Тонкая природа инструментровки делает нецелесообразным «играть» с ними. Очевидно, что это является ограничением для научного любопытства студентов. Таким образом, виртуальную модель экспериментов, не только для знакомит студентов с процессами и результатами, но и обеспечивает более высокую степень свободы во время виртуальных экспериментов.

Виртуальная лаборатория рассматривается как безопасная среда, также виртуальные лаборатории могут моделировать критические условия, количество одновременных лабораторных занятий ограничено ресурсами, а виртуальное оборудование не стареет и не изнашивается, что приводит к снижению эксплуатационных расходов.

Основным недостатком виртуальной лаборатории по сравнению с реальной является то, что требуется воспроизведение физического эксперимента с оборудованием с помощью аналитической модели. Математическая модель не всегда может учесть тонкости исследования, а также его точность. Виртуальный эксперимент также не способствует улучшению ручных навыков работы с оборудованием, так как отсутствует физический контакт.

Методы исследования

По мнению исследователей и преподавателей, виртуальная лаборатория — это: «(1) лабораторная установка с удаленным доступом (цифровые и дистанционные химические и физические лаборатории)...; (2) программное обеспечение (программный комплекс, компьютерная программа, набор компьютерной информации), позволяющее моделировать лабораторные опыты...; (3) обучающая система как часть информационной или виртуальной образовательной среды ..., включающей учебные, учебно-методические, практические, справочные, контрольно-обучающие и контрольно-тестирующие материалы» [2].

Указывая преимущества и недостатки виртуальных лабораторий, преподаватели-исследователи отмечают, что необходимо предъявлять ряд требований к качеству. «К их числу относятся: научность и современность содержания; соответствие представленного учебного материала ранее приобретенным знаниям, умениям и навыкам; систематичность и последовательность; гибкость, приспособляемость к индивидуальным особенностям учащихся; наглядность, сознательность и активность» [6].

В данной работе мы будем рассматривать виртуальные лабораторные работы по дисциплине «Гидравлика» для строительных и механических направлений реализуемых за счет программного обеспечения. В рамках предмета, студенты изучают такие разделы: статика, гидродинамика, гидропривод. В статье представлен сравнительный анализ трех программных симуляций лабораторной работы «Расходомер Вентури» из раздела гидродинамика, предоставляющих возможность изучать фундаментальные принципы в контролируемой виртуальной среде.

Цель исследования — это проведение сравнительного анализ трех программных продукта виртуальных лабораторных работ для изучения гидродинамики на примере лабораторной работы «Расходомер Вентури» для определения их педагогической эффективности, точности моделирования и технических характеристик.

В ходе исследования проводился анализ функциональных возможностей, интерфейс, точность моделирования и педагогическая эффективность программ виртуальных лабораторных работ по гидродинамике.

Были апробированы программы виртуальных лабораторных работ:

- Bernoulli Lab (www.thephysicsaviary.com).
- Venturi Meter Simulation (www.vlab.co.in).
- Venturi Meter Digital Experiment (www.learncheme.com).

Гипотезы

1. Моделирование гидродинамических процессов не дает достаточную точность.
2. Педагогическая эффективность виртуальных лабораторий зависит от их интерфейса, интерактивности и наглядности представления физических процессов.

Методы исследования

1. Оценка пользовательского интерфейса, эргономики, технических характеристик.
2. Экспериментальная проверка точности моделирования путем сравнения результатов симуляций с реальными экспериментальными данными.
3. Анализ педагогического потенциала программ.

Результаты и обсуждения

Расходомер Вентури — это устройство для измерения расхода жидкости или газа. В простейшем виде расходомер Вентури состоит из трубы с сужающимся участком¹, «эффект Вентури является следствием действия закона Бернулли и заключается в падении давления, когда поток жидкости или газа протекает через суженную часть трубы» [7].

Измеряя разницу давлений между нормальным и суженным участками трубы, можно вычислить скорость потока и, объемный расход.

Теоретической основой работы расходомера Вентури является уравнение Бернулли, для несжимаемой жидкости «в случае установившегося потенциального движения жидкости в гидродинамике используется соотношение» [8, 9]

$$Z + P/\rho g + v^2/2g = \text{const}, \quad (1)$$

где:

P — статическое давление;

ρ — плотность жидкости;

v — скорость потока;

g — ускорение свободного падения;

z — высота относительно выбранного уровня.

Уравнение Бернулли часто преподается как взаимозаменяемость между кинетической, потенциальной и энергией давления в движущейся жидкости в условиях допущений сохранения энергии. Нестационарное уравнение Бернулли моделирует многочисленные явления жидкостей, вызванные импульсным воздействием, включая гидравлический удар,

¹ Herschel, C. Apparatus for measuring the quantity of water flowing through a pipe / U.S. Letters Patent no. 381373 (filed: 1887 December 12; issued: 1888 April 17).

колебания манометра, расходомер и первые моменты слива резервуара. Таким образом, его освещение в курсах по гидравлике для студентов полезно.

Изучение гидродинамических процессов в расходомере Вентури имеет большое значение для подготовки инженеров, это устройство широко используется в различных отраслях промышленности для измерения расхода жидкостей и газов, например для проектирования энергоэффективных систем водоснабжения, отопления и канализации. Рассматриваемые программы являются бесплатными и находятся в общем доступе.

Сравнительная характеристика анализируемых программ:

*Bernoulli Lab.*²

Bernoulli Lab — это интерактивная виртуальная лаборатория, разработанная на платформе The Physics Aviary. Программа позволяет исследовать взаимосвязь между двумя участками трубы, задавать значения диаметров, скорости, снимать показания манометров на каждом участке. Возможно настроить минимальный диаметр равный 200 мм, максимальный 400 мм.

Реализована на основе HTML5 Canvas, что обеспечивает кроссплатформенность, но требует современного браузера

Использован минималистичный дизайн и интуитивно понятный интерфейс. Визуализация потока жидкости происходит в реальном времени.

*Venturi Meter Simulation.*³

Venturi Meter Simulation — виртуальная лаборатория, разработанная Индийским институтом технологий и информационных технологий. К сожалению, подробных данных о функциональности этой программы в предоставленных материалах не обнаружено, что является ограничением для данной работы.

*Venturi Meter Digital Experiment.*⁴

Venturi Meter Digital Experiment — интерактивная симуляция, разработанная LearnChemE.com для изучения принципов гидродинамики в расходомере Вентури. Виртуальная установка в точности повторяет реальную лабораторную установку по изучению расходомера Вентури. Установка состоит из: емкости с жидкостью, переключателей, пьезометров, трубопроводов, сужающегося участка трубы, линейка для измерения перепадов давления. В процессе выполнения лабораторной работы студент регулирует расход и наблюдает изменения давления в реальном времени через визуализацию с помощью пьезометров. К лабораторной работе разработаны рабочие листы с изложением теоретических основ уравнения Бернулли, описана методика и ход эксперимента, представлены табличные формы результатов измерений и обработки опытных данных, а также вопросы для закрепления полученных знаний. Диаметр трубопровода является постоянной величиной равной 12 мм.

Экспериментально проверить точность моделирования путем сравнения результатов симуляций с реальными экспериментальными данными не представилось возможным, т. к. натурная установка имеет другие параметры (диаметр трубопровода 50 мм, диаметр узкой части 29 мм).

² <https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/BernoulliLab/>.

³ <https://eerc03-iiith.vlabs.ac.in/exp/venturi-meter/simulation.html>.

⁴ <https://learncheme.com/simulations/fluid-mechanics/venturi-meter-digital-experiment>.

Можно сформулировать следующие педагогические особенности использования виртуальных лабораторий:

1. Позволяют визуализировать невидимые в реальных условиях процессы, такие как распределение давления и скорости в трубопроводе.
2. Обеспечивают безопасное экспериментирование без риска повреждения оборудования или травмирования студентов.
3. Не требуют настройки оборудования (поверки и прочее).
4. Дает возможность студентам проводить эксперименты самостоятельно в удобное время и в удобном месте.
5. Необходимо точно знать, что расхождение между симуляцией и экспериментом лежат в пределах нормы.
6. Не дают студентам опыта работы с реальным оборудованием и навыков практической работы.
7. Создают у студентов упрощенное представление о физических процессах.

Выводы и рекомендации

Проведенный анализ программ виртуальных лабораторных работ по гидродинамике расходомера Вентури позволяет сделать следующие выводы:

1. Виртуальные лаборатории представляют собой ценный инструмент для изучения гидродинамических процессов, позволяющий визуализировать распределение давления и скорости в расходомере Вентури.
2. Программа Bernoulli Lab предоставляет интуитивно понятный интерфейс для изучения принципа Бернулли, может быть рекомендована для начального ознакомления с гидродинамическими процессами, позволяет получать различные результаты, за счет изменения диаметра трубопровода.
3. Программа Venturi Meter Digital Experiment является целостным продуктом, т. к. Дает возможность не только проводить эксперимент, но и содержит методическое обеспечение. Так можно рекомендовать для начального ознакомления с гидродинамическими процессами.
4. Для более глубокого понимания работы расходомера Вентури необходимо сочетание виртуальных экспериментов с теоретическим анализом и, где возможно, с реальными экспериментами, сравнивать результаты реальных и виртуальных экспериментов, где это возможно, чтобы развивать у студентов критическое мышление и понимание ограничений моделирования.
5. Обращать внимание студентов на ограничения виртуальных моделей и возможные расхождения с реальными физическими процессами.
6. При выборе виртуальной лаборатории необходимо учитывать не только технические возможности программы, но и ее педагогическую эффективность, которая зависит от интерфейса, интерактивности и наглядности представления физических процессов, наличия методического материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коноплин Н.А., Морозов А.В., Попов А.И., Прищеп В.Л., Хусаинов Ш.Г. Роль лабораторного физического эксперимента в формировании профессиональных компетенций бакалавров-агроинженеров // КПЖ. 2018. № 4(129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-laboratornogo-fizicheskogo-eksperimenta-v-formirovanii-professionalnyh-kompetentsiy-bakalavrov-agroinzhenerov> (дата обращения: 05.04.2025).
2. Гавронская Ю.Ю.а, Оксенчук В.В. Виртуальные лаборатории и виртуальный эксперимент в обучении химии // Известия РГПУ имени А.И. Герцена. 2015. № 178. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-laboratorii-i-virtualnyy-eksperiment-v-obuchenii-himii> (дата обращения: 05.04.2025).
3. Князева Е.М., Коршунов А.В. Проблемы разработки и использования виртуальных лабораторных работ по химии в вузах // Высшее образование сегодня. 2014. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razrabotki-i-ispolzovaniya-virtualnyh-laboratornyh-rabot-po-himii-v-vuzah> (дата обращения: 06.04.2025).
4. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Виртуальные образовательные лаборатории: принципы и возможности // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-obrazovatelnye-laboratorii-printsipy-i-vozmozhnosti> (дата обращения: 05.04.2025).
5. Константинова Т.И., Константинова У.И. Применение виртуальных лабораторных работ в процессе дистанционного обучения республики САХА (Якутия) // Современное педагогическое образование. 2021. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-virtualnyh-laboratornyh-rabot-v-protssesse-distantsionnogo-obucheniya-respubliki-saha-yakutiya> (дата обращения: 05.04.2025).
6. Числова А.С. Педагогический сценарий как усиление обучающего и воспитывающего эффекта мультимедийных программ // ОТО. 2008. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskiy-stsenariy-kak-usilenie-obuchayuschego-i-vospityvayuschego-effekta-multimediynyh-programm> (дата обращения: 06.04.2025).
7. Севницкий С.А., Уметбаев Ф.С., Мастобаев Б.Н., Валеев А.Р., Габинуров Г.Р. Развитие методов и средств измерения расхода жидкости с древнейших времен до XIX века // История и педагогика естествознания. 2022. № 2-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-metodov-i-sredstv-izmereniya-rashoda-zhidkosti-s-drevneyshih-vremen-do-xix-veka> (дата обращения: 06.04.2025).
8. Бубнов В.А. Об уточнении уравнения Д. Бернулли в гидродинамике // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2015. № 1(17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-utochnenii-uravneniya-d-bernully-v-gidrodinamike> (дата обращения: 06.04.2025).
9. Бернулли И. Рассуждения о законах передачи движений // Бернулли И. Избранные сочинения по механике / Перевод и под ред. В.П. Егоршина. М.-Л.: Глав. редакция технико-теорет. лит-ры, 1937. С. 41–172.
10. Васильева, Д.С. Использование мультимедийных технологий в образовательном процессе / Д.С. Васильева // Совершенствование качества образования: материалы XIII (XXIX) Всероссийской научно-методической конференции, Братск, 02–04 марта 2016 года. Том Часть 2. — Братск: Братский государственный университет, 2016. — С. 8–11. — EDN XVMLTX.

Nosenko Mariia Olegovna

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

E-mail: Marnosenko@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=178653

Analysis of virtual laboratories in the discipline «Hydraulics» for students of construction and mechanical engineering

Abstract. Information and communication technologies are widely used in online and distance learning; these solutions are especially relevant in the field of engineering. Information technology remains a fast-growing field attempting to provide infrastructure that integrates with educational content and present educational product and learning in an efficient, effective and cost-effective manner. In innovative engineering education, laboratories are important. They are also one of the largest expenditure items for universities for installation and maintenance, which is a problem in educational institutions with limited resources. As part of the development of information and communication technologies, virtual laboratories make it possible to remove this limitation. A digital laboratory allows students to carry out research similar to real ones.

Virtual laboratories are used in hydraulics training in vocational and higher education. The theory in hydraulics is abstract and difficult for students to understand. Educational laboratory kits in engineering sciences must demonstrate fundamental engineering phenomena while maintaining the accuracy and reliability of measurements. In hydraulics, achieving these conditions is a challenge because the kits require the transfer and transformation of energy and matter in real time at scales large enough to reveal measurable phenomena, but not so large as to pose a hazard to users. This paper examines virtual labs for civil and mechanical engineering education. Three different types of resources are discussed. A conclusion is provided along with recommendations for future research.

Keywords: virtual laboratory; software environment; information and communication technologies; hydraulics; hydrodynamics; Bernoulli's law; Venturi flow meter