

On the application of information and communications technologies in distance learning labs

Bratsun, Dmitry; Zyuzgin, Alexey; Kolesnichenko, Lyubov; Kurdina, Nanalya; Putin, Gennady

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Bratsun, D., Zyuzgin, A., Kolesnichenko, L., Kurdina, N., & Putin, G. (2012). On the application of information and communications technologies in distance learning labs. *Koncept (Kirov): Scientific and Methodological e-magazine*, 9, 1-6. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-321504>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Брацун Дмитрий Анатольевич,

доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерного моделирования ФГБОУ ВПО «Пермский государственный педагогический университет», г. Пермь

dmitribratsun@rambler.ru

Зюзгин Алексей Викторович,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь

alexey.zyuzgin@gmail.com

Колесниченко Любовь Ивановна,

учитель физики СОШ № 9 им. А. С. Пушкина с углубленным изучением предметов физико-математического цикла, г. Пермь

Курдина Наталья Анатольевна,

директор СОШ № 9 им. А. С. Пушкина с углубленным изучением предметов физико-математического цикла, г. Пермь

kurdinata26@mail.ru

Путин Геннадий Федорович,

доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой общей физики ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь

putin@psu.ru

Применение информационно-коммуникационных технологий в дистанционных лабораторных работах

Аннотация. Рассмотрены вопросы создания и апробации экспериментальной установки по автоматическому управлению тепловой конвекцией жидкости, которая позволяет дистанционно выполнять лабораторные работы школьного и вузовского уровня. Новизна подхода заключается в разработке технологии дистанционного проведения исследования на лабораторном оборудовании в режиме реального времени. Актуальность обуславливается востребованностью у работодателей специалистов, компетентных в дистанционных методах контроля и сбора данных, а также организацией доступа учащихся средних и студентов высших учебных заведений к оборудованию и наработкам ведущих научных школ.

Ключевые слова: высшее образование, среднее образование, дистанционные лабораторные работы, информационно-коммуникационные технологии.

В настоящее время во многих исследовательских и промышленных отраслях актуальной задачей является внедрение и эксплуатация дистанционных систем регистрации и управления. Зачастую это связано с вопросами эффективности и безопасности технологических процессов или мониторинга и контроля природных явлений. Данная реальность, интеграция российского образования в мировой научный и образовательный процесс требуют от преподавателей включения в образовательные программы вопросов обучения дистанционным технологиям. Для углубления информационно-коммуникационной компетентности выпускников образовательных учрежде-



ний разных ступеней (от школы до вуза) представляется вполне разумным включить в имеющиеся практикумы дистанционно выполняемые лабораторные исследования.

Применительно к высшему образованию, дистанционные технологии позволяют сформировать один из подходов к решению одной из базовых его проблем – применению в процессе обучения новейших научных и методических разработок ведущих научных школ страны. Так, например, Пермский государственный университет сначала участвовал в приоритетном национальном проекте «Образование», а затем получил статус национального исследовательского. Это привело к тому, что в лаборатории пермской гидродинамической научной школы поступило новейшее оборудование, на базе которого были созданы уникальные лабораторные установки для научных и учебных исследований. Дистанционные технологии позволили расширить круг пользователей, проходящих курсы лабораторных работ за счет студентов вузов и учащихся школ, не имеющих оборудование подобного класса. Отметим также, что актуализация компетентностного подхода в образовании подразумевает увеличение доли проектной, практико-ориентированной деятельности обучающихся, для которой хорошим инструментом могут послужить обсуждаемые в данной публикации дистанционные исследования.

Новизна предлагаемого подхода заключается в использовании не виртуальных измерительных приборов, компьютерных тренажеров, математических моделей и специализированных пакетов и средств программирования [1–3], а стандартных, широко распространенных программных и аппаратных средств, за исключением конвективной камеры и несложного управляющего экспериментом программного обеспечения.

Рассмотрим теперь лабораторную установку. В качестве управляемой системы была выбрана прямоугольная конвективная петля (термосифон), представляющая собой (рис. 1) два вертикальных канала связанных перемычками и заполненных жидкостью. Они выполнялись в дюралюминиевом блоке с одной стороны накрытом плексигласовой пластиной для обеспечения наблюдений. Сверху и снизу располагались теплообменники, подключенные к цифровым струйным криотермостатам.

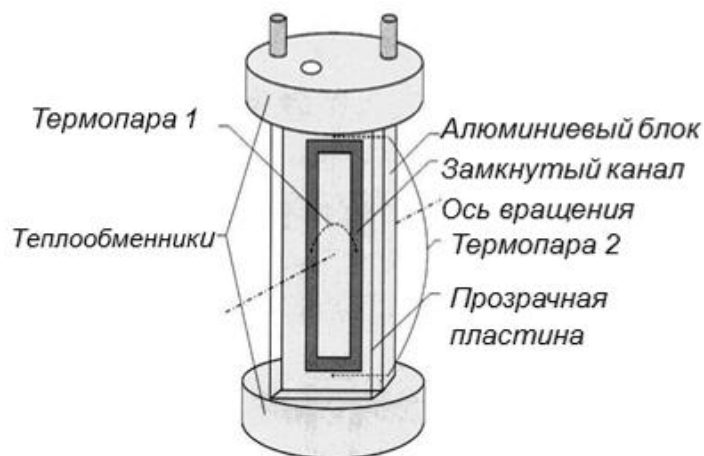
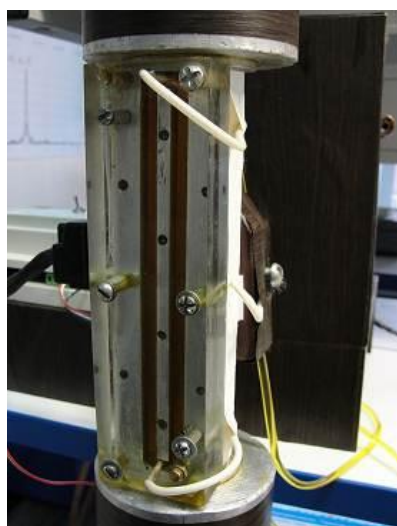


Рис. 1. Фотоизображение и схема термосифона

Известно, что конвективное течение в такой петле хорошо моделирует движения в замкнутых полостях [4], что важно для спецпрактикумов. В то же время система знакомит с такими общефизическими понятиями, как равновесие, кризис устой-



чивости, стационарное и колебательное движение, что важно для школьников и студентов нефизических специальностей.

Для измерения интенсивности конвективного течения кювета была оборудована дифференциальной медь-константановой термопарой 1, спаи которой выставлялись в центры каналов в их среднем поперечном сечении. При отсутствии течения спаи находились на одной изотерме, и термо-ЭДС термопары была равна нулю. Когда жидкость приходила в движение, между спаями возникала разность температур V , обусловленная тем, что по одному каналу поднималась нагретая жидкость, а по другому – опускалась холодная. ЭДС термопары 1, пропорциональная скорости этого движения, была принята нами за меру интенсивности конвективного течения. С помощью дифференциальной медь-константановой термопары 2, спаи которой находились в металлическом блоке вблизи перемычек между каналами, измерялось падение температуры на длине каналов.

Рассмотрим принцип управления состоянием конвективной системы. Известно, что отклонение градиента температуры от вертикали влияет на скорость и вид течения жидкости, а значит, дает возможность управлять последним. В связи с этим управление обычно осуществляется путем изменения взаимной ориентации продольного градиента температур и вектора ускорения свободного падения. Это происходило путем вращения термосифона вокруг горизонтальной оси (рис. 1). ЭДС термопары 1 подавалась на устройство сбора данных Термодат (рис. 2), сопряженное с компьютером.

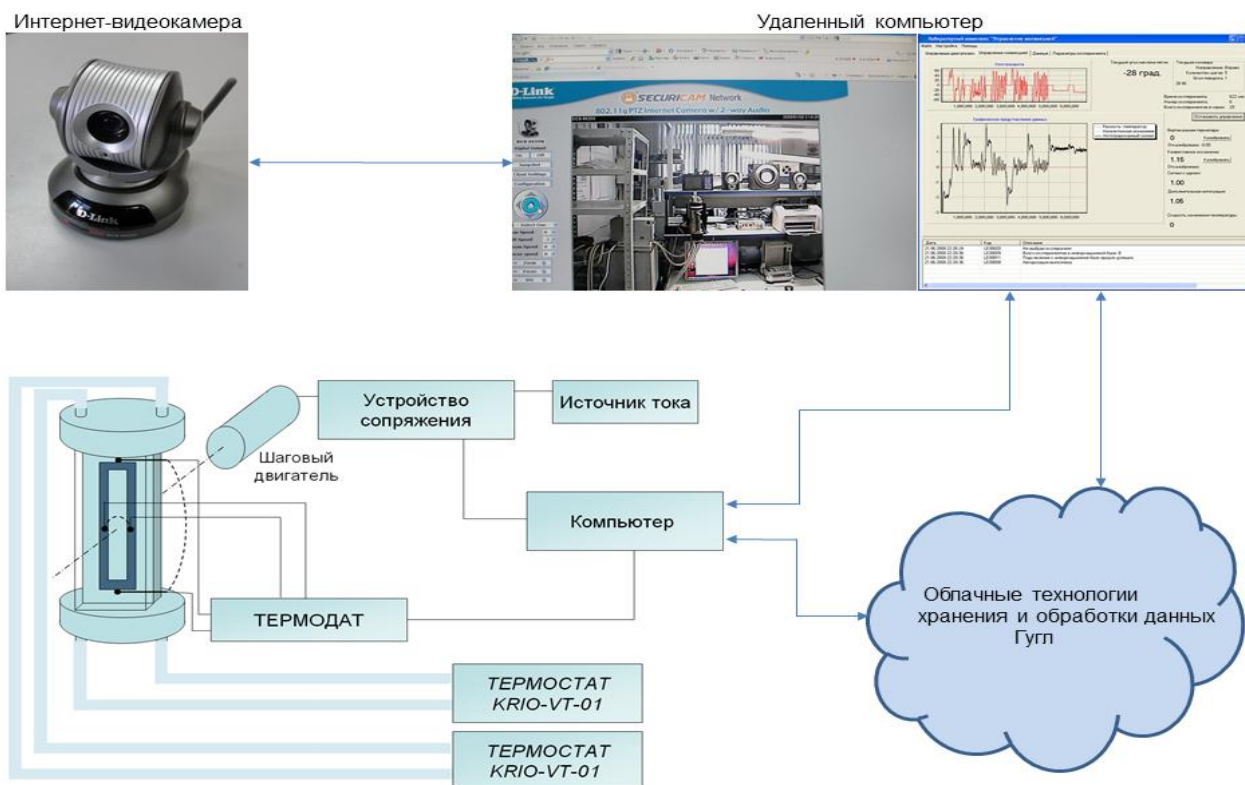


Рис. 2. Схема лабораторной установки

Персональный компьютер (ПК) с помощью управляющей программы вычислял по нижеприведенной формуле угол φ и через устройство сопряжения управлял шаговым двигателем, поворачивавшим термосифон: $\varphi = k \cdot V$, где k – коэффициент усиления



ния обратной связи; V – конвективное искажение равновесного профиля температуры в среднем горизонтальном сечении конвективной петли.

Последовательность регулировочных циклов приводила к достижению цели управления – восстановлению механического равновесия или стабилизации желаемого вида течения. На описываемой установке впервые [5] экспериментально реализована динамическая стабилизация механического равновесия конвективной системы методом управления с обратной связью. Таким образом, используемый подход можно считать инновационным. В то же время в работе [6] показано, что эффективность управления сильно зависит от шумов и запаздывания управляющего воздействия, свойственных технологическим установкам. Поскольку программное обеспечение управляющего компьютера позволяет варьировать уровень шумов и время запаздывания, это серьезно расширяет спектр лабораторных работ, которые можно проводить на обсуждаемой установке.

Дистанционное подключение удаленного компьютера к управляющему ПК лабораторной установки (рис. 2) осуществлялось через стандартный компонент линейки операционных систем Windows – удаленный рабочий стол. Эта технология позволяет перехватывать управление рабочим столом лабораторного компьютера и разворачивать его на экране компьютера удаленного пользователя в окне Windows или полноэкранный режим. В этом случае возникает полная иллюзия того, что вы являетесь пользователем управляющей лабораторной ЭВМ. В числе прочих возможностей пользователь получает полный доступ к программному обеспечению проведения эксперимента (см. правую часть схематического изображения удаленного компьютера на рис. 2), устройствам управляющего ПК и сопряженному с ним лабораторному оборудованию. Для визуального контроля около лабораторной установки устанавливалась интернет-видеокамера. Это устройство потоковой передачи видео через беспроводное подключение Wi-Fi создает в сети Интернет сайт и осуществляет трансляцию на него видеосигнала. Помимо этого сайт служит веб-интерфейсом камеры, позволяющим изменять как пространственную ориентацию устройства, так и увеличение поля зрения (см. левую часть схематического изображения удаленного компьютера на рис. 2). Удаленный пользователь, открыв на своем компьютере интернет-браузер и обратившись в адресной строке к IP-адресу видеокамеры, может в реальном времени управлять областью захвата изображения видеоустройства и наблюдать «со стороны» за управляемой системой и лабораторной установкой.

Во время удаленного выполнения лабораторной работы обмен сообщениями между пользователями, преподавателем и лаборантом осуществлялся с помощью IP-видеотелефонии почтовой службы Gmail. Расписание занятий, хранение и совместная обработка данных, создание отчетов удаленными пользователями обеспечивались облачными технологиями портала Гугл (календарь, документы и диск), подробнее эти вопросы рассмотрены в [7].

Для апробации дистанционной лабораторной работы была выбрана пермская школа № 9 им. А. С. Пушкина с углублённым изучением предметов физико-математического цикла, в связи с высоким уровнем образованности и инициативности учеников, их вовлеченности в реализацию обсуждаемого проекта, профессионализмом преподавателей и эффективным, инновационно-ориентированным администрированием, обусловленным реализацией программы международного бакалавриата [8]. Удаленный компьютер (рис. 2) был развернут в кабинете физики и подключен к мультимедийной доске для удобства коллективной работы учеников. Экспериментальная установка находилась в лаборатории экспериментального исследования тепловой конвек-



ции Пермского научно-образовательного центра кафедры общей физики Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ). Ученики школы осуществили подключения по каналам глобальной сети к лабораторному управляющему компьютеру и интернет-видеокамере, вывели их в два рядом расположенных на мультимедийной доске окна Windows (см. фрагмент «удаленный компьютер» на рис. 2) и дистанционно провели экспериментальное исследование. Оно заключалось в том, что последовательно изменяя коэффициент усиления отрицательной обратной связи, они добились подавления конвективной циркуляции в термосифоне и стабилизации механического равновесия. Достижение цели управления контролировалось по осциллограмме термопары 1 (рис. 1) и видеоизображению каналов петли, выводимым на экран мультимедийной доски.

Позже обсуждаемая работа также прошла апробацию в лабораторных практиках «Гидромеханика невесомости», «Динамика жидкостей с особыми свойствами» и «Конвекция в замкнутых объемах» для студентов 3–5 курсов физического факультета по специализациям «Физическая гидродинамика» и «Теоретическая физика», а также «Физика атмосферы и океана» для студентов специализации «Метеорология» 3 курса географического факультета ПГНИУ.

В заключение отметим, что при апробации, дистанционно выполняемые лабораторные работы на обсуждаемой установке вызвали неизменный интерес обучаемых и позволяли им приобретать опыт и навыки использования пространственно-распределенных технологических систем и наращивать информационно-коммуникационную компетентность.

Авторы благодарят учеников школы № 9 Д. Агафонова, С. Мандрыкина и К. Остаповича, принявших решающее участие в создании веб-интерфейса лабораторной установки, И. С. Попова, системного администратора школы и проректора по учебной работе ПГНИУ С. О. Макарова, бывшего на момент апробации директором интернет центра ПГНИУ, сделавших эту работу возможной.

Ссылки на источники

1. Евдокимов Ю. К., Кирсанов А. Ю. Организация типовой дистанционной автоматизированной лаборатории с использованием LabVIEW-технологий в техническом вузе // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 15–17.
2. Кирсанов А. Ю. Разработка системы управления распределенными лабораторными ресурсами вуза для организации дистанционного инженерного образования // Тезисы докл. Всерос. науч.-техн. конф. «Информационно-телекоммуникационные технологии». – Сочи; М.: Издательство МЭИ, 2004. – С. 221–223.
3. Баран Е. Д., Голошевский Н. В., Захаров П. М., Рогачевский Б. М. Виртуальная лаборатория для дистанционного обучения методам проектирования микропроцессорных систем // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». – М.: Изд-во РУДН, 2003.
4. Гершуни Г. З., Жуховицкий Е. М. Конвективная устойчивость // Итоги науки и техники. Серия «Механика жидкости и газа». – 1978. – Т. 11. – С. 66–154.
5. Брацун Д. А., Зюзгин А. В., Половинкин К. В., Путин Г. Ф. Об активном управлении равновесием жидкости в термосифоне // Письма в журнал технической физики. – 2008. – Т. 34. – С. 36–42.
6. Брацун Д. А., Зюзгин А. В. Эффект возбуждения подкритических колебаний в стохастических системах с запаздыванием. Часть II. Управление равновесием жидкости // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4, № 2. – С. 369–389.
7. Зюзгин А. В. Информационно-коммуникационная среда учебно-научной лаборатории университета. – Пермь: ПермГУ, 2007. – 298 с.
8. Курдина Н. А., Тайферова Н. П., Каменева Т. К. Очерки из истории пермской школы № 9. 1809–2009. – Пермь: «Астер», 2009. – 150 с.



Bratsun Dmitry,

Head of Theoretical Physics Department of Perm State Pedagogical University, Perm

dmitribratsun@rambler.ru

Zyuzgin Alexey,

Lecturer of General Physics Department of Perm State Research University, Perm

alexey.zyuzgin@gmail.com

Kolesnichenko Lyubov,

Physics teacher of the school № 9. by A.S. Pushkin, in-depth study of physics and mathematics, Perm

lubivkol@yandex.ru

Kurdina Nanalya,

Director of the school № 9. by A.S. Pushkin, in-depth study of physics and mathematics, Perm

kurdinata26@mail.ru

Putin Gennady,

Head of General Physics Department of Perm State Research University, Perm

putin@psu.ru

On the application of information and communications technologies in distance learning labs

Abstract. The problem of development and testing of the experimental setup for the automatic control of thermal fluid convection allowing to be performed remotely within distance laboratory works on the level of secondary and high schools has been considered. The novelty of the approach is the development of remote sensing technology for research on laboratory equipment in real time. The actuality of the problem is due to the demand for professionals with expertise in remote sensing data collection and processing, as well as access of students in secondary and high schools to the equipment and achievements of leading scientific schools.

Keywords: secondary and high education, distance learning labs, information and communications technologies.

ISSN 2304-120X



9 772304 120128