

О. Алтангоо¹, Б. Гантуя¹✉

Сравнительное исследование выполнения лабораторной работы по определению ускорения свободного падения

¹ Монгольский государственный университет образования, г. Улан-Батор, Монголия
e-mail: gantuya@msue.edu.mn

Аннотация. В контексте инноваций в сфере образовательных технологий вопрос развития знаний, умений и навыков обучающихся по курсу физики посредством совершенствования оборудования стали важными, и ведутся поиски решений, которые можно эффективно реализовать на каждом уровне образования. В данной работе представлено исследование, сравнивающее эффективность обучения студентов, будущих учителей физики, Монгольского государственного университета образования в ходе лабораторного эксперимента, в котором период колебаний математического маятника измерялся с помощью датчика освещенности и секундомера для определения ускорения свободного падения. Результаты исследований показывают, что современное лабораторное оборудование играет важную роль в развитии экспериментальных навыков обучающихся.

Ключевые слова: лабораторная работа, физический практикум

O. Altangoo¹, B. Gantuya¹✉

Comparative study of implementing laboratory work to determine free fall acceleration

Mongolian State University of Education, Ulaanbaatar, Mongolia
e-mail: gantuya@msue.edu.mn

Abstract. In the context of innovations in the field of educational technologies, the issue of developing knowledge, skills and abilities of students in the physics course through the improvement of equipment has become important, and solutions are being sought that can be effectively implemented at each level of education. This paper presents a study comparing the effectiveness of teaching students, future physics teachers, of the Mongolian State University of Education during a laboratory experiment in which the oscillation period of a mathematical pendulum was measured using a light sensor and a stopwatch to determine the acceleration of gravity. The results of the research show that modern laboratory equipment plays an important role in developing students' experimental skills.

Keywords: laboratory work, physics practical training

Введение

Только теоретическое описание и объяснение явлений природы на занятиях по физике является сложным для восприятия обучающимися, поэтому важную роль играют лабораторные работы и экспериментальные демонстрации. Лабораторные работы и эксперименты позволяют обучающимся понять суть законов физики, понимать и объяснять на их основе явления природы, принципы работы технических устройств, тем самым совершенствуя, расширяя и углубляя свои знания и навыки [1-6].

Лабораторные занятия могут помочь студентам получить аналитические, исследовательские, практические и творческие навыки и умения, подтолкнуть их к активной самостоятельной деятельности. Однако при проведении лабораторных работ и экспериментов студенты зачастую выполняют их «механически», следуя заранее подготовленным инструкциям, не обращая внимания на то, как получаемые знания связаны с практикой. Это объясняется тем, что в описании лабораторной работы, составленной преподавателем, всегда указаны цели работы, перечень необходимого оборудования, последовательность выполнения работы и представления результатов, а также теоретическая часть. Грэм Гиббс [7] в своей книге «Учимся учить» описывает, как связать теорию и практику в виде четырех функционально связанных этапов. Эти этапы представляют собой; размышление или рефлексия (размышление о процессе и составление прогнозов), планирование (планирование проверки прогнозов и извлечение из них уроков), экспериментирование (проведение эксперимента и запись наблюдений) и рефлексия (размышление о чем-либо из эксперимента (состоит из двух этапов: определение того, что произошло, и нахождение смысла того, что произошло)). Важно отметить, что любой из этих четырех этапов можно начать с любого, но важно не пропускать ни один из них [7].

Лабораторные занятия характеризуются возможностью для студентов выполнять такие виды деятельности, как экспериментирование, анализ, наблюдение, обобщение и моделирование, а также теоретически прояснять природу явлений, их диалектические изменения и факторы, на них влияющие. В некоторых случаях обучающие (учителя физики, преподаватели вузов) не обеспечены достаточным количеством оборудования и принадлежностей для проведения лабораторных занятий, что влияет на способность каждого обучающегося овладевать навыками проведения экспериментов. В этих случаях некоторые результаты исследований показывают, что использование универсальных датчиков в лабораторных работах и экспериментах по физике может решить возникающие проблемы [8].

Универсальные датчики, как лабораторный инструмент, предоставляют обучающимся возможность творчески мыслить и способствуют их коллективному и индивидуальному выполнению работ [1]. Лабораторные работы и эксперименты с использованием таких датчиков играют важную роль не только в поддержании учебной мотивации, отношения и творческой деятельности студентов, но и развивают их способности проводить надежные, достоверные измерения и объяснять полученные результаты [5]. Преимущество универсального датчика заключается в возможности отображать результаты лабораторных измерений на экране компьютера с помощью специального программного обеспечения в виде графиков, изображений, сигналов и цифровых данных.

Для реализации учебной национальной программы в Монголии с 2014 года и учебной программы для среднего образования в 2016 году был утвержден перечень общепринятого учебного оборудования, которое может быть использовано при проведении экспериментов и лабораторных занятий. Это создает необходимость для каждого обучающегося и преподавателя организовывать

эксперименты с использованием датчиков в дополнение к оборудованию, используемому в курсе при проведении физических экспериментов.

Поэтому мы задались целью сравнить успеваемость студентов, обучающихся по программе повышения квалификации учителей физики, в лабораторной работе, где с помощью датчика освещенности и секундомера измерялся период колебаний математического маятника для определения ускорения свободного падения. Датчик DrDAQ, используемый в обучении, может измерять множество параметров, включая силу тока, напряжение, сопротивление, давление, температуру, уровень звука, световые волны, pH, ускорение и другие физические величины.

Методология

В исследовании приняли участие 12 студентов 3–4 курса бакалавриата физического факультета Монгольского государственного университета образования (МГУО). Исследование проводилось в течение 2023–2024 учебного года. В экспериментальном исследовании студенты измеряли период колебаний математического маятника с помощью датчика света и секундомера, чтобы определить ускорение свободного падения. С точки зрения экспериментальной методологии были протестированы традиционная лабораторная методология обучения и методология обучения с использованием модели исследования студентов [9-11]. Традиционная методика обучения лабораторным работам включает в себя пошаговое описание целей лабораторной работы, теоретической части, используемого оборудования, последовательности выполнения работ, представления экспериментальных измерений, методики обработки результатов. В процессе лабораторной работы собирались и сравнивались данные экспериментальных исследований в рамках четырех критериев: планирование экспериментов, проведение экспериментов, сбор данных, анализ данных и интерпретация результатов экспериментов. Каждый критерий оценивался по шкале от 0 до 5, в общей сложности 20 баллов. При анализе надежности и обоснованности критериев оценки коэффициент альфа Кронбаха составляет 0,817, что свидетельствует об адекватности критериев и показателей. Обработка результатов исследования проводилась с использованием программы SPSS20.

Результаты и обсуждение

В рамках пилотного исследования мы объединили результаты лабораторной работы студентов, в которой измеряли период колебаний математического маятника с помощью датчика освещенности и секундомера, а также определяли ускорение свободного падения, с выше перечисленными критериями. Результаты экспериментального исследования были проанализированы с использованием методологии практического исследования путем сравнения результатов лабораторных работ 12 студентов, участвовавших в исследовании, с приложением. При анализе результатов исследования с использованием t-критерия Стьюдента были выявлены статистически значимые различия в способности планировать эксперименты ($t = -25,482$), собирать данные посредством экспериментов ($t = -34,847$),

анализировать экспериментальные данные ($t = -29,004$) и интерпретировать экспериментальные результаты ($t = -34,614$).

Оценка эффективности лабораторной работы

			N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	T (paired)	P (sig)
Секундомер	Планирование	экс-	12	1.05	0.43	0.12	-25.482	P=0.000
Датчик	перимента		12	3.64	0.44	0.12		
Секундомер	Эксперименты	и	12	0.98	0.33	0.09	-34.847	P=0.000
Датчик	сбор данных		12	3.66	0.40	0.11		
Секундомер	Анализ данных теста		12	1.74	0.55	0.16	-29.004	P=0.000
Датчик			12	4.67	0.68	0.19		
Секундомер	Интерпретация	ре-	12	1.62	0.26	0.07	-34.614	P=0.000
Датчик	зультатов теста		12	3.90	0.40	0.11		

В ходе выполнения лабораторной работы студенты изучили, как эффективность выполнения зависит от использования датчиков и секундомеров. Способности студентов планировать, выполнять задания вовремя, рассчитывать точность прибора, считывать показания прибора и точно регистрировать результаты измерений были выше, чем у студентов, которые использовали устройства, используемые в настоящее время на курсе. Это означает, что когда обучающиеся используют датчики для проведения экспериментов, они точно измеряют и регистрируют данные через определенные промежутки времени, тщательно планируют эксперименты и обрабатывают результаты экспериментов в ходе эксперимента.

На основе изучения процесса выполнения студентами лабораторных работ очевидны следующие преимущества работ, при выполнении которых применялись универсальные датчики. А именно способствование:

- к развитию творческого мышления и отношения к учебе;
- к развитию самостоятельных навыков выполнения лабораторных работ;
- к выявлению и разрешению неясностей при выполнении лабораторных работ;
- к установлению взаимосвязи практических и теоретических результатов;
- к возможности для самостоятельного экспериментирования и планирования;
- обучающимся задавать вопросы, размышлять и строить предположения;
- к возникновению интересных и критических идей, предложений и замечаний (по лабораторной работе);
- к необходимости обеспечения бережного и ответственного подхода к лабораторному оборудованию;

Отмеченные обстоятельства будут несомненно способствовать созданию основы для появления у студентов собственных творческих инноваций.

Заключение

Результаты настоящей работы свидетельствуют о том, что, несмотря на многолетний опыт руководства и проведения лабораторных занятий преподавателями МГУ с использованием традиционных методов лабораторного обучения по физике, студенты продолжают сталкиваться с трудностями в развитии таких навыков, как самостоятельное выполнение лабораторных работ, разрешение возникающих неясностей, выдвижение гипотез, анализ и объяснение полученных в работах результатов. Однако использование методов лабораторного обучения, основанных на исследовательском подходе, в сочетании с современными физическими инструментами и оборудованием, в частности универсальными датчиками, имеет то преимущество, что позволяет обучающимся формулировать гипотезы о возникающих трудностях и проблемах, исследовать и разрабатывать пути их решения, а также проводить и планировать эксперименты самостоятельно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтангоо. О, Монхор.Д, (2008). Байгалийн ухааны лабораторийн шинэчигхандлага. Боловсрол судлал сэтгүүл 1. УБ.,х.48
2. Валерьевич, М.Р. (1999). Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике. СПб
3. Трашеля. И.А.,(1983). Научные развлечения в области физики и химии. СПб
4. Benjamin M. Zwickl, Noah Finkelstein нар. (2013). A Framework for Incorporating Model-Based Inquiry into Physics Laboratory Courses
5. Bouquet, F., Bobroff, J, Fuchs-Gallezot, M., & Maurines, L. (2017). Project-based Physics labs using low-cost open-source hardware. American Journal of Physics, 85(3), 216-222.
6. Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. Journal of Science Education and Technology, 23(6), 803-814.
7. Gibbs, G. (1988). Learning by doing: A guide to teaching and learning methods. Further Education Unit.
8. Gungor Babaoglu, M., Durmaz, K. K., & Oztekin, M. E. (2020). Calculation of gravitational acceleration with Arduino. Journal of Science Education, 8(1), 92-100.
9. OECD (2016). Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills, OECD Publishing, Paris.
10. Harlen. W., (2006). Teaching, learning and assessing science 5-12. London: SAGE Publications Ltd.
11. Harlen. W., (2013). Assessment & Inquiry - Based Science Education: Issues in Policy and Practice. Trieste: The Global Network of Science Academies Science Education Programme.

© О. Алтангоо, Б. Гантуя, 2025