

С.С. Саутбеков  , **К.Н. Байсалова**  , **А.Г. Асылбекова** 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы,
e-mail: sautbek@mail.ru, e-mail: curalay@mail.ru, e-mail: assylbekova.ainura@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕСТА ВЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ПОНИМАНИЯ УЧАЩИМИСЯ И СТУДЕНТАМИ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ»

Исследование направлено на изучение влияния активного обучения с применением теста на улучшение концептуального понимания учащимися раздела «Электричество и магнетизм». Было проведено тестирование среди учащихся 10-11 классов частной физико-математической школы и бакалавров 1 курса физико-технического факультета КазНУ им.аль-Фараби, получивших образование в стандартных государственных школах и продолжающих изучать электромагнетизм в рамках университетской программы. Группа учащихся частной средней школы, отобранная по высоким результатам экзаменов по естественным наукам после 7 класса, проходила обучение в классах с хорошим техническим оснащением, лабораторными кабинетами. Учебный процесс проходил с применением активного обучения, сопровождался дополнительными факультативными занятиями, на которых учащиеся имели возможность получить дополнительное разъяснение от учителя. Так как концептуальное понимание изучаемого предмета должно быть основой, фундаментом знаний студентов, выбравших путь дальнейшего изучения предмета и результатом обучения в школе основного курса физики, мы посчитали приемлемым сравнить результаты выбранных фокус-групп. За основу взят тест The Brief Electricity and magnetism assessment (ВЕМА) – тест с множественным выбором ответов, созданный в 1997 году Рус Чабейем и Брюсом Шервудом. Тест применяется преимущественно для вводных курсов по физике на уровне зачисления в колледжи или для углубленных курсов по физике в средней школе. В опытно-педагогической работе участвовали по 30 человек с каждой группы. Установлено, что уровень концептуального понимания раздела «Электромагнетизм» у обеих групп низкий (20-22%), применение интерактивных технологий, дополнительных факультативных часов, активного обучения не сильно улучшило понимание учащимися старших классов данного раздела, что позволило на текущем этапе сделать исследователям вывод о необходимости применения других интерактивных программ для лучшей визуализации процессов, помогающих лучше понять природу взаимодействия заряженных частиц и электромагнитных полей. Анкетирование среди учащихся и студентов позволило нам сделать предварительные выводы о нехватке «живого опыта» для понимания происходящих процессов. Установлено, что даже интерактивные программы-симуляторы не позволяют понять суть происходящих явлений в электромагнетизме. Выявление ошибок учащихся позволило бы исследователям в дальнейшем изменить, а возможно и подобрать другую подходящую методику преподавания данного раздела.

Ключевые слова: ВЕМА, электромагнетизм, интерактивные ресурсы, визуализация, тестирование, активное обучение, критическое мышление.

S.S. Sautbekov, K.N. Baysalova, A.G. Assylbekova,

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,
e-mail: sautbek@mail.ru, e-mail: curalay@mail.ru, e-mail: assylbekova.ainura@gmail.com

Application of the ВЕМА test for determining the level of understanding by pupils and students of the section «Electricity and magnetism»

In this study, an attempt was made to identify whether active learning using interactive technologies helps to improve students' conceptual understanding of the section «Electricity and Magnetism».

The study is based on testing among students in grades 10-11 of the private physics and mathematics school and first-year bachelors of the physics and technology faculty, educated in standard public schools and continuing to study electromagnetism as part of the university program. A group of pupils of a private high school, selected according to the high results of exams in natural sciences after the 7th grade, studied in classes with good technical equipment, laboratory rooms. The educational process was carried out with the use of active learning, accompanied by additional optional classes, in which

students had the opportunity to receive additional clarification from the teacher. Since the conceptual understanding of the subject under study should be the basis, the foundation of the knowledge of students who chose the path to further study the subject and the result of studying at the school for the main course of physics, we found it acceptable to compare the results of the selected focus groups. Based on the finished test, The Brief Electricity and magnetism assessment (BEMA) is a multiple-choice test created in 1997 by Ruth Chabey and Bruce Sherwood. This test is conducted by researchers primarily for introductory physics courses at college level or for advanced physics courses in high school. The described study involved 30 people from each group. This study showed that the level of conceptual understanding of the Electromagnetism section in both groups is low (20–22%), the use of interactive technologies, additional optional hours, active learning did not greatly improve the understanding of high school pupils in this section, which allowed researchers to conclude at the current stage the need to use other interactive programs to better visualize processes that help to better understand the nature of the interaction of charged particles and electromagnetic fields. Questioning among pupils and students allowed us to draw preliminary conclusions about the lack of “living experience” for understanding the ongoing processes. What even interactive programs – simulators do not allow to understand the essence of the occurring phenomena in electromagnetism. Establishing a reason, identifying systematicities in the errors in the presentation of the material would allow researchers to further change, and possibly choose another suitable teaching methodology for this section.

Key words: BEMA, electromagnetism, interactive resources, visualization, testing, active learning, critical thinking.

С.С. Саутбеков, К.Н. Байсалова, А.Г. Асылбекова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.,
e-mail: sautbek@mail.ru, e-mail: curalay@mail.ru, e-mail: assylbekova.ainura@gmail.com

Оқушылар мен студенттердің «Электр және магнетизм» бөлімін түсіну деңгейін анықтау үшін ВЕМА тестін қолдану

Бұл зерттеуде «Электр және магнетизм» бөлімін интерактивті технологияларды қолдана отырып белсенді оқыту оқушылардың концептуалды түсінуін жақсартуға ықпалын анықтауға әрекет жасалынды. Зерттеу жеке физика-математика мектебінің 10-11 сынып оқушылары мен стандартты мемлекеттік мектептерде білім алған және университеттік бағдарлама шеңберінде электромагнетизмді зерттеуді жалғастыратын физика-техникалық факультетінің 1 курс бакалаврлары арасында тестілеу өткізуге негізделді. 7-сыныптан кейін жаратылыстану ғылымдары бойынша емтихандардың жоғары нәтижелері бойынша іріктелген жеке орта мектеп оқушыларының тобы жақсы техникалық жарактандырылған сыныптарда, зертханалық кабинеттерде оқудан өтті. Оқу үрдісі белсенді оқытуды қолдану арқылы өтті және оқушылар мұғалімнен қосымша түсініктеме алу мүмкіндігіне ие болатын қосымша факультативтік сабақтармен сүйемелденді. Оқылатын пәнді концептуалды түсіну пәнді одан әрі оқу жолын таңдаған студенттердің білімінің негізі, негізі және негізгі физика курсының мектебіндегі оқу нәтижесі болып табылатындықтан, біз таңдалған фокус тобының нәтижелерін салыстыруға қолайлы деп санадық. Зерттеу The Brief Electricity and magnetism assessment (BEMA) дайын тесті негізінде алынған, бұл 1997 жылы Рус Чаби мен Брюс Шервуд жасаған бірнеше жауапты таңдау тесті. Бұл тестті негізінен зерттеушілер ең алдымен колледже қабылдау кезінде физика кіріспе курстарында немесе орта мектептің физика курстарын тереңдету үшін өткізеді. Сипатталған зерттеуге әр топтан 30 адамнан қатысты. Бұл зерттеу екі топтың да Электромагнетизм бөлімін концептуалды түсіну деңгейі төмен (20–22%) екендігін көрсетті, интерактивті технологияларды пайдалану, қосымша сабақтар, белсенді оқыту бұл бөлімде жоғары сынып оқушыларының түсініктерін айтарлықтай жақсартпа алмады, ол қазіргі кезеңдегі зерттеушілерге зарядталған бөлшектер мен электромагниттік өрістердің өзара әрекеттесу табиғатын жақсы түсінуге көмектесетін процестерді жақсы бейнелеу үшін басқа интерактивті бағдарламаларды қолдану қажет деген тұжырым жасауға мүмкіндік берді. Оқушылар мен студенттер арасындағы сауалнама жүргізіліп жатқан процестерді түсіну үшін «тірі тәжірибенің» жетіспейтіндігі туралы алдын ала қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Тіпті интерактивті бағдарламалар – симуляторлар электромагнетизмде болып жатқан құбылыстардың мәнін түсінуге мүмкіндік бермейді. Себепті анықтау, материалды ұсынудағы қателіктердің жүйелілігін анықтау зерттеушілерге болашақта осы бөлімді оқытуды өзгертуге, тіпті оқытудың басқа қолайлы әдісін таңдауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ВЕМА, электромагнетизм, интерактивті ресурстар, визуализация, тестілеу, белсенді оқыту, сыни тұрғыдан ойлау.

Введение

В современном быстроразвивающемся мире, когда процессы глобализации усиливаются и затрагивают социальные и гуманитарные сферы, изменяется и система образования. Нынешняя ситуация обуславливает новое понимание качества образования, при котором идет смещение приоритетных позиций в сторону личностно-ориентированного подхода, в котором учащийся выступает в качестве активного участника учебного процесса (Славич Г.М., Зимбардо П.Г. 2012)

С усилением процессов становления образовательного общества и стремительным изменением структуры рабочей силы, когда возросла необходимость в специалистах, которые умеют конструктивно мыслить и отличаются активной творческой позицией к порученному делу, появились новые требования к образовательным технологиям.

За последние 20 лет и казахстанская система образования внедряет новые методы преподавания и оценивания. Используется все больше новых активных методов обучения, внедряется совместное обучение, построение личностного знания, активное развитие рефлексивного мышления и критической грамотности (Дмитриев, Г.Д. 2007)

Современные образовательные стратегии ориентированы также и на интеллектуальное развитие студентов, что подразумевает формирование у них умения и потребности продуктивно мыслить и поддерживать процесс непрерывного образования в течение жизни. Кроме этого нововведенные стратегии должны развивать мышление высшего порядка и умение применять полученные знания в жизни. В образовательном процессе данные технологии должны быть средством совершенствования рефлексивно-критического мышления и формировать концептуальное понимание изучаемой дисциплины. Для определения уровня концептуального понимания учащимися и студентами изучаемого предмета, а так же для корректировки курса развития образования на пути качественного преобразования для достижения вышеизложенных требований необходимо производить измерения достигнутых результатов. Существует немало тестов, которые как раз помогают определить уровень концептуального понимания обучающимися изучаемого предмета. К таким тестам относятся: FCI (Force Concept Inventory), созданный Hestenes, Halloun, Wells, и Swackhamer ещё

в 1985, но очень популярный среди исследователей и по сей день. Данный тест предназначен для определения уровня концептуального понимания студентами, учащимися старших классов и колледжей ньютоновской механики; CSEM (Conceptual survey of electricity and magnetism) тест разработанный David Maloney, Alan van Heuvelen, Curtis Heeggelke, и Thomas O’Kuma в 2001 году и также успешно применяемый по настоящее время в исследованиях; ВЕМА (The Brief Electricity and magnetism assessment) был создан на базе CSEM. По мнению исследователей, он является упрощенным вариантом теста CSEM чем привлек наше внимание как инструмент первичной оценки концептуального понимания раздела электричество и магнетизм нашими студентами и учащимися. (Philip Eaton, Keith Johnson, Barrett Frank, and Shannon Willoughby. 2019)

Распространённой методикой является проведение ВЕМА в начале курса, «Pre-Course», и еще раз в конце курса, «Post-Course» и сравнение результатов. Для оценки надежности и для исключения дискриминационной силы этого инструмента оценки, исследователи выполнили статистические тесты, сосредоточив внимание как на анализе предмета (индекс сложности предмета, индекс отличия предмета и точечно-двоичный коэффициент корреляции предмета), так и на всем тесте (достоверность теста и отклонение Фергюсона). Результаты показали, что ВЕМА является надежным инструментом оценки (Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., Weichner, R. 2006).

Нами было решено выдвинуть гипотезу: активное обучение, хорошее техническое оснащение кабинетов и лабораторных кабинетов, увеличение количества факультативных часов в профильных классах положительно влияет на концептуальное понимание учащимися раздела «Электричество и магнетизм».

В рамках нашего исследования было решено воспользоваться данным тестом для установления достигнутого уровня знаний учащихся 11 классов, которыми весь материал школьного курса на момент проведения теста пройден, а так же для установления остаточных знаний студентов-бакалавров 1 курса технических специальностей.

Первичный обзор литературы дает нам основание делать заключение, что многими исследователями основной причиной непонимания данного раздела является то, что:

– учащиеся испытывают трудности в использовании формул к представленным моделям

магнитного поля (проведение параллели между понятиями и математическим формализмом) (Albe, V., Venturini, P., & Lascours, J. 2001);

– математические модели представления силовых полей препятствуют их физическому пониманию (Greca, I., and Moreira, M. A. 1997);

– студенты, поясняя свое представление об электрических полях, предпочитают каузальное, причинное рассуждение: «когда нет никакой видимости движения электрических зарядов, когда не видно явного действия электрического поля, трудно принять, что последнее существует. «Нет следствия – нет причины» (Viennot, L., and Rainson, S. 1992);

– за исключением тех, кто склонен к математике, студенты-инженеры обычно чувствуют себя некомфортно при изучении ЭМ и остерегаются его (Beker, B., Bailey, D. W., & Cokkinides, G. J. 1998);

– курс ЭМ сложен в понимании студентами по причине того, что состоит, в основном из векторной алгебры (Dunn, J.W. & Barbanell, J. 2000);

– отсутствие общего языка между физиками и математиками является основным источником проблем в понимании электромагнетизма (Şule Berna Ayan, Mehmet Yükksekaya. 2015);

– общие причины непонимания студентами главы «Электромагнетизм» заключаются в том, что курс имеет в основном теоретические концепции, его изучение требует хорошей математической подготовки и, как правило, не имеет никакого практического применения (Mazur, A. 1997);

В большинстве своем исследователи отметили именно математический аппарат представления данного раздела причиной его недопонимания. Но нам не следует забывать тот факт, что без использования математики физику невозможно было бы объяснить в принципе. Без математического аппарата эта наука примет повествовательное, философское направление, которое можно описать как углубленное изучение естествознания.

В исследованиях указаны и другие причины непонимания данного раздела, такие как:

– традиционные методы преподавания, которые поощряют запоминание, а не концептуальное понимание (Novak, G.M., Patterson, E.T., Gavrin, A.D. & Christian, W. 1999);

– преподавателями не учитываются индивидуальные потребности студентов (Novak, G.M., Patterson, E.T., Gavrin, A.D. & Christian, W. 1999);

– необходимо разрабатывать такие методы обучения, которые акцентированы на развитие

концептуального понимания физики (Hestenes, D. 2003);

– необходимо применять визуализацию в преподавании, особенно при работе с такими абстрактными понятиями, как электромагнетизм (Dori, Y.J, Belcher, J. 2014).

Методы исследования

Результаты литературного обзора указывали на то, что недостаток сильной математической базы занял лидирующую позицию среди остальных причин. Для подтверждения или опровержения нашей гипотезы нам необходимо было исключить данный фактор, как определяющий в непонимании учащимися данного раздела. Выбранный нами тест ВЕМА подходил нам и в этом случае, так как все задания в нём в меньшей степени содержали математические расчеты и помогли выявить уровень именно концептуального понимания данного раздела студентами (Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., Beichner, R. 2006). Одна из фокус-групп – учащиеся 11 класса частной школы, обучалась с применением активного обучения, что подразумевает умение размышлять, собираться с мыслями, «обдумывать определения, значения и альтернативные варианты, внимательно слушать и, в целом, выполнять значительный объем умственной работы, которая не была бы востребована, не будь данной ситуации» (Lipman, M. 1993).

Данное умение должно способствовать лучшему выстраиванию когнитивных схем для восприятия новой информации. Что касается базовых школьных знаний второй фокус-группы, то по рассказам тестируемых на практике учителям было достаточно того, что обучающиеся справлялись с предложенными задачами с учебников, что они умеют применять формулы. Даже на устном экзамене могут обстоятельно рассказать любой закон, показать любую формулу, рассказать опыт, предшествующий какому-либо постулату. Итак, у нас две группы тестируемых, обучавшихся в разных условиях. Нам необходимо было определить, достаточно ли сухих, теоретических, вы зубренных знаний, для того, чтобы ответить правильно на тест, содержащий вопросы концептуального характера, или всё же применение активного обучения, интерактивных технологий улучшает понимание такого непростого раздела с практически абстрактной теоретической частью. Результаты данного исследования помогли бы определить преподавателям физики, в каком направлении им двигаться для улучшения качества знаний учащихся и студентов.

Результаты исследования

Результаты данного теста показали плачевную картину:

- учащимися 11 класса частной физико-математической школы было набрано 21,9% (приложение 1.1).

- показатели бакалавров физико-технического факультета оказались ещё ниже – 19% (приложение 1.2).

Разница в 3% в ответах тестируемых явно указывает нам о несостоятельности нашей гипотезы. То есть, получается, что все ультрасовременное оснащение классов, разделение на профильные классы, в котором одновременно обучаются только 10 человек, оснащенные лабораторные кабинеты, большее количество часов не сказались на результатах концептуального понимания учащимися раздела «Электричество и магнетизм».

После проведенного теста мы провели дискуссию среди тестируемых учащихся и студентов. Основная масса опрошенных учащихся указала на следующие причины непонимания данного раздела:

- нехватку жизненного опыта, непонимания сути происходящего;
- желание видеть живую, в действии, в применении в быту каждый прибор, закон;
- недостаточно воображения;
- в учебных ресурсах мало примеров на практическое применение приборов;
- невозможность провести параллель между программами симуляторами и реальными процессами;
- лабораторные занятия не помогают разобраться в практическом применении приборов;
- трудно представить невидимые волны даже посредством интерактивных программ;
- учитель приводит мало примеров использования законов, приборов в жизни.

В процессе проведения онлайн-теста наблюдателями отмечалось, что у студентов часто случались сбои в подключении к интернету. Приняв во внимание эту техническую неполадку, можно считать, что результаты у двух испытуемых групп практически одинаковы. Кроме того, студентами зачастую в причинах непонимания как раз указывалось то, что обучение в школе проходило по обычной схеме «учитель – книга – доска – мел».

Невооруженным глазом видна основная причина, указанная учащимися, – нехватка практического применения полученных знаний учащимися в жизни. То есть даже программы-

симуляторы не помогают представить процессы без закрепления их практикой. Причем учащиеся делают акцент именно на живой практике, а не на лабораторных опытах. Интересное рассуждение приводит один ученик о понимании работы конденсатора, хотя задания с конденсатором не было в данном тесте: «...я пересмотрел все видео про работу конденсатора, пересмотрел на симуляторах, как собираются заряды, как он разряжается. На лабораторном занятии мы разобрали один конденсатор, разложили все обмотки, но я так и не понял, для чего он нужен». Это высказывание в полной мере описывает всю атмосферу наших дискуссий, ученики признаются, что во время тестов сложилось такое ощущение, что вроде всё знаем и ничего не знаем.

В нашем исследовании мы не можем напрямую сравнить свои результаты с имеющимися исследованиями, так как многие исследователи применяли данный тест несколько раз на одной и той же фокус-группе и сравнивали разницу в полученных результатах. К примеру, исследователи Мэтью А. Кольмер и др. (Matthew A. Kohlmyer, Marcos D. Caballero, Richard Catrambone, et al. 2009) указывают в своем исследовании на тот факт, что по данному тесту средние показатели студентов оказались выше их текущей успеваемости.

Исследователь Поллок С. (Pollock, S. 2007) провел долгосрочное исследование, длившееся 8 месяцев. За этот период он провел несколько тестов с ВЕМА. Им были сравнены результаты двух групп студентов. Первая группа – студенты, которым он, помимо основного курса физики, дал методические пособия по вводному курсу физики. Иными словами, он актуализировал все предшествующие знания студентов. Вторая группа студентов изучала только текущий курс физики. Результаты у первой группы оказались выше, чем у второй.

Дискуссия

Из 30 предложенных вопросов максимальное количество правильных ответов были даны на первые два вопроса (16 правильных ответов из 30). Это были самые легкие вопросы на знание закона Кулона, в заданиях необходимо было определить, как изменяется взаимодействие между молекулами, если изменять расстояние между зарядами или величину заряда. Несмотря на то, что данную тему проходят по ГОСО в 8 классе, не все учащиеся и студенты смогли ответить на него правильно.

Студентами бакалаврами и учащимися было набрано неплохое количество правильных ответов

по 17 вопросу, где необходимо было определить величину разности потенциалов между определенными участками разомкнутой цепи (рис. 1).

Бакалавры хорошо справились с 18 вопросом, где необходимо было определить наличие

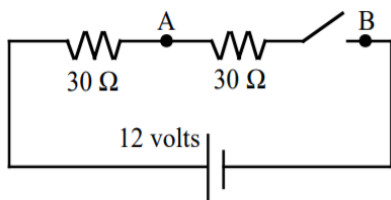


Рисунок 1 – Задание на определение величины разности потенциалов между определенными участками разомкнутой цепи

Хотя основная часть вопросов была на определение потока электрических и магнитных полей (5, 6, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29), на применение того же правила «правой руки» по графикам видно, что даже тут возникли трудности не только у учеников, но и у студентов. Откуда напрашивается вывод о необходимости актуализации знаний студентов по базовому курсу физики.

На некоторые вопросы не было дано ни одного правильного ответа, но в каждой тестируемой группе они свои. К примеру, учащиеся не смогли правильно определить направление электрического поля в соленоиде (вопрос 28), в котором ток увеличивался во времени.

Причем по данным ответам нельзя увидеть какую-то закономерную ошибку: все учащиеся давали разные варианты ответов. Студентами не было дано ни одного правильного ответа на 26 и 30 вопросы, в которых также нужно было определить направление электрического поля, в котором двигался протон или, к примеру, выбрать правильный рисунок, показывающий положение зарядов в процессе перемещения нейтрального металлического бруска в магнитном поле, распространяющегося в определенном направлении.

Заключение

В силу того, что данный тест как раз не содержал сложных математических расчетов, данное исследование позволяет нам сделать

магнитного поля вокруг изображенного цилиндра (рис. 2), на поверхности которого имелись вертикальные электрические поля различной величины, причем электрическое поле было равномерным на основаниях цилиндра.

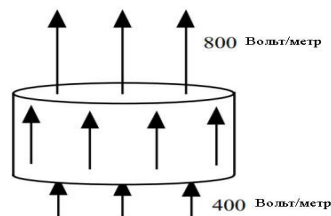


Рисунок 2 – Задание на определение наличия магнитного поля вокруг изображенного цилиндра

следующий вывод: учащимися и студентами не в полной мере понятны основные концепции данного раздела. На результаты не повлияло даже хорошее техническое оснащение кабинетов физики в частной школе, применение активного обучения, групповой работы. То есть получается, что предполагаемый развивающий эффект активных методов, который требует умения свободного развертывания мыслительных процессов, не способствует развитию того же воображения, необходимого для представления определенных неочевидных процессов, на котором построена большая часть теории раздела «Электричество и магнетизм». Кроме того, исследователями (Cross, D. 1992), (Willingham, D. 2007) было отмечено, что зачастую обучение самостоятельному мышлению при помощи той же технологии активного обучения, как правило, имеет неопределенный характер. Часто не все обучающиеся обладают достаточным уровнем общеинтеллектуальной и профильной подготовки, чтобы активно и успешно участвовать в таких видах обучения. Во время посещения уроков, проводимых с применением активного обучения, мы неоднократно наблюдали, что возникают вопросы, неожиданные ситуации, которые могут вызвать стихийный беспорядок. Зачастую данный метод прерывается самим учителем в пользу традиционного учебного процесса. В основном, в полной мере этот метод демонстрируется учителями как элемент, украшающий открытый, постановочный урок.

Данный тест показал нам, что, несмотря на применение активного обучения, с интерактивными технологиями с качественными лабораториями мы имеем учеников не способных к самостоятельному мышлению. В трудах отечественных исследователей зачастую встречается мнение, что наша советская система образования была самодостаточной, что, заимствуя методику других стран, мы «изобретаем велосипед». (Чапаев Н. К. 2005)

Многие системы образования как в развитых, так и в развивающихся странах все еще в значительной степени полагаются на пассивные формы обучения, ориентированные на прямое обучение и запоминание, а не на интерактивные методы. Бесспорно данные методы способствуют критическому и индивидуальному мышлению, необходимому в современной инновационной экономике, но наше исследование показывает нам о необходимости дополнительных путей для улучшения качества нашего образования. (Найденова Н.Н. 2020)

Нам необходимо продолжать искать методику изложения материала, внедрять инновационные технологии.

В этом исследовании мы отчетливо услышали пожелания учащихся закреплять больше теоретические знания на практике. В данной ситуации, проведя параллель с развивающейся мировой тенденцией, когда создаются такие проекты как партнерство Skills Builder, которое связывает обучение с реальными приложениями, связывая школы и работодателей, невольно вспоминаются слова из библии «устаи младенца глаголет истина». Партнерские компании, такие как JLL, BP и Bank of America, размещают студентов в своих офисах для посещения объектов, встреч с генеральными директорами и семинаров. Именно раздел «Электричество и магнетизм» легче всего изучать на практике, так как можно увидеть приборы в работе, понимать как устроены электрические схемы и увидеть их приложения в жизненных обстоятельствах. Бесспорно, этот вид производства один из самых опасных, но, к примеру, та же программа Skills Builder имеет собственную цифровую платформу с ресурсами для разработчиков. Она включает в себя банк конкретных упражнений и видео для поддержки обучения на каждом этапе овладения навыками, инструментарий для работодателей, стремящихся работать с детьми и молодежью для поддержки развития основных навыков, и инструментарий для школ об интеграции в другие школьные системы. В глобальном смысле нам необходимо

развивать такие профессиональные комбинаты, которые были бы колоссальной альтернативой колледжам, статус которых не восстановился после развала союза. К примеру, для поступления в тот же ВУЗ в странах с развитой образовательной системой таких как Япония или Финляндия требуется обязательный практический опыт. (<http://ru.globalstudygroup.com/1/8/341/visshee-obrazovanie-v-yaponii-i-posleduyusheevozmojnoe-povishenie-kvalifikacii>), (Гаврюшин А. В. 2016).

Осознавая радужность вырисовывающихся перспектив, мы, однако, должны предложить такие методы, которыми воспользовался бы каждый рядовой учитель и преподаватель в настоящее время. В данной ситуации мы можем только предложить улучшить визуальное представление материала.

Как правильно отметил исследователь Д. Мэтьюссон, наука и техника развиваются за счет обмена информацией, большая часть которой представлена в виде неподвижных и движущихся изображений, диаграмм, иллюстраций, карт, график и моделей, обобщающих информацию и помогающих другим пользователям образно воспринять объект. В его рассуждениях понимание, восприятие информации происходит посредством визуально-пространственного мышления, которое должно включать в себя то, что мы видим и что мы представляем (Mathewson, J.H. 1999).

Исследователем Д. Бельчер (Belcher, J.W. 2001) предлагается применить активное обучение с использованием технологий (TEAL – The Technology-Enabled Active Learning)

Эта технология подразумевает применение программы Peaks Studio, которая позволяет создавать симуляторы, помогающие визуализировать некоторые невидимые процессы, такие как распространение линий электромагнитных полей. (рис. 3).

Кроме этого, он советует использовать 3D-анимацию в преподавании электромагнетизма (Belcher, J.W. & Bessette, R. M. 2001).

В частности, что касается преподавания электромагнетизма студентам, то 3D-анимация, по нашему мнению, – самая эффективная программа, о чем писали исследователи Маркус Хеннинг и Барбелла Мертчинг (Hennig, M., Mertsching, B. 2017). Так как данная программа позволяет пространственное и зависящее от времени описание электромагнитных полей и студентам приходится работать с несколькими интегралами в трехмерном пространстве в разных системах

координат, здесь необходимо иметь очень хорошую математическую базу знаний.

Преподавателям же старших классов средних школ можно посоветовать использовать интерактивную программу Interactive Physics.

Хотя она и рассчитана в большей степени на понимание ньютоновской механики, но её можно использовать для объяснения взаимодействия заряженных частиц, если убрать в параметрах действие гравитации (рис.4)

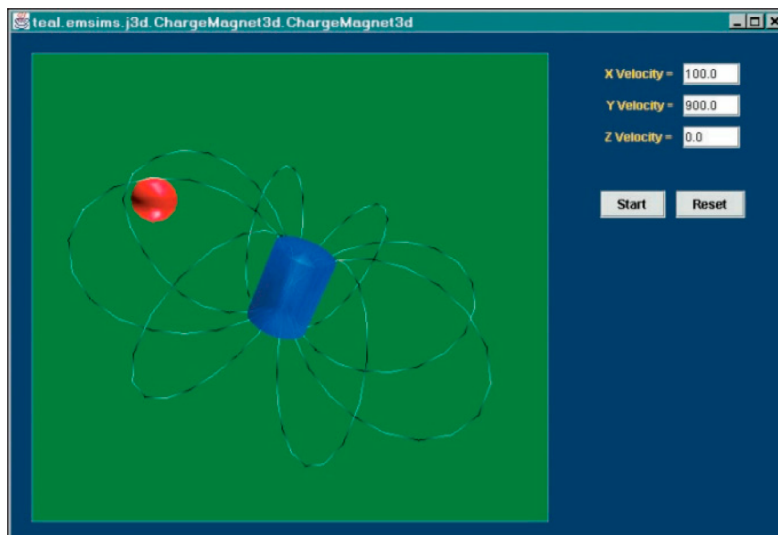


Рисунок 3 – Использование программы Peaks Studio для визуализации электромагнитных линий

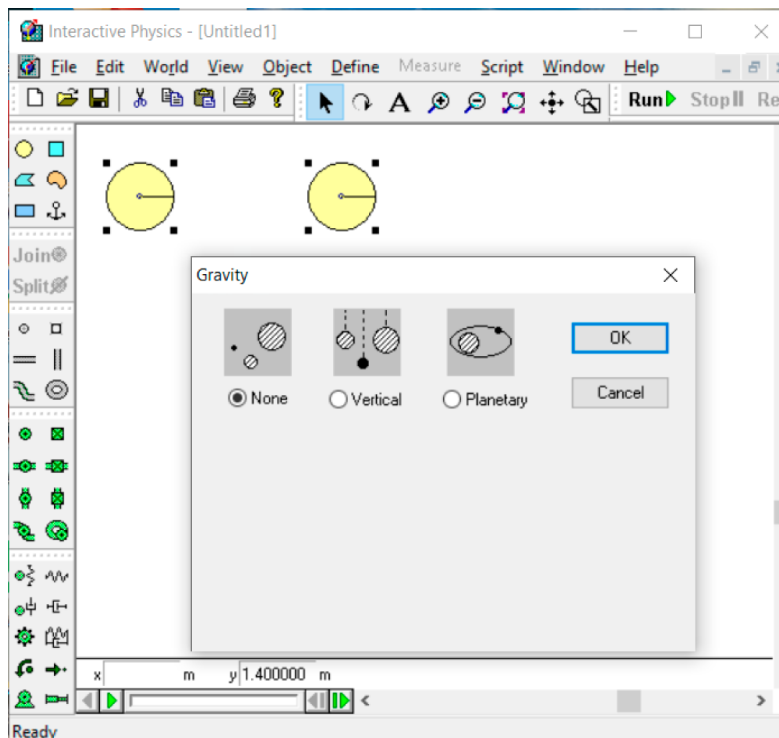


Рисунок 4 – Программа Interactive Physics, вариант работы с объектами при выключенной опции «гравитация» для визуализации процесса взаимодействия зарядов

Мы считаем, что данная программа является приемлемым инструментом на начальных этапах введения в данную тему, а также можно

предложить использовать программу <https://phet.colorado.edu/>, в которой собраны очень интересные симуляторы (рис. 5).

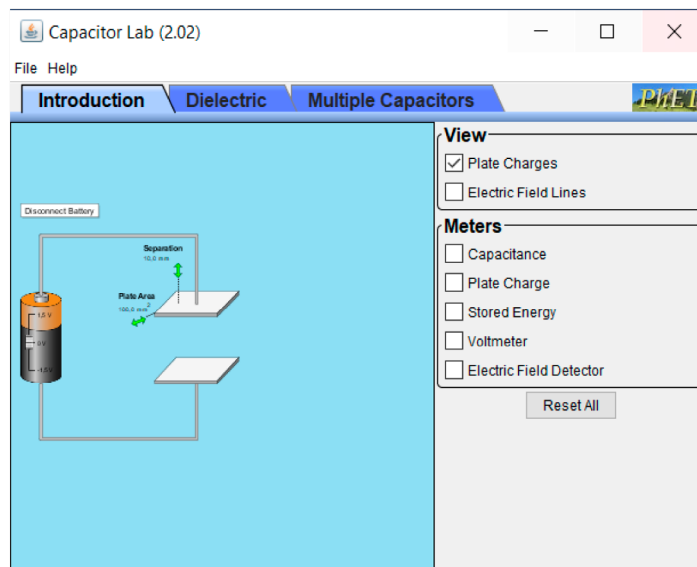


Рисунок 5 – Один из симуляторов программы <https://phet.colorado.edu/>, позволяющий иллюстрировать работу конденсатора.

Преподавателям необходимо периодически проводить контроль усвояемости материала студентами, чтобы действительно добиваться концептуального понимания изучаемой темы. Необходимо актуализировать знания студентов по школьной программе. К сожалению, практика показывает, что нынешний студент не всегда обладает той базой знаний, который ему необходим для дальнейшего углубленного изучения предмета. Очень сильно на входящие знания студентов как раз влияет существующая форма вступитель-

ных экзаменов, которые абитуриент может сдать, зная теорию, формулы, умея решать стандартные задачи, но без понимания основных концептуальных законов взаимодействия физических объектов, не понимая природу предмета.

Для достижения высоких результатов необходимо выделить время в учебной программе для актуализации базового курса физики, а также выделить время для изучения доступных интерактивных ресурсов, способствующих лучшему пониманию природы электромагнетизма.

Литература

1. Славич Г.М., Зимбардо П.Г. Трансформационное обучение: теоретические основы, основные принципы и основные методы. *Educ Psychol Rev* 24, 569–608 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9199-6>
2. Дмитриев, Г.Д. Конструктивистский дискурс в теории содержания образования США // Школьные технологии. – 2007. – №3 –С.3-9
3. Philip Eaton, Keith Johnson, Barrett Frank, and Shannon Willoughby. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15, 010102 – Published 7 January 2019.
4. Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 2, pgs 010105
5. Lipman, M. Promoting Bette Classroom Thinking // *Educational Psychology*.-1993.-Vol.13. (3-4)-302 p.
6. <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=BEMA>
7. Albe, V., Venturini, P., & Lascours, J. (2001). Electromagnetic concepts in mathematical representation of physics. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 197-203
8. Greca, I., and Moreira, M. A. (1997). The kind of mental representation—models, propositions and images—used by college physics students regarding the concept of field. *Inter-national Journal of Science Education* 19: 711–724

9. Viennot, L., and Rainson, S. (1992). Students' reasoning about the superposition of electric fields. *International Journal of Science Education* 14: 475-487
10. Beker, B., Bailey, D. W., & Cokkinides, G. J. (1998). An Application-Enhanced Approach to Introductory Electromagnetics. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, 41(1), 31-36
11. Dunn, J.W. & Barbanel, J. (2000). One model for an integrated math / physics course focusing on electricity and magnetism and related calculus topics" *American Journal of Physics*, 68(8), 749-757
12. Şule Berna Ayan, Mehmet Yüksekaya. (2015) Improving the effectiveness of electromagnetic theory education by increasing the learning motivation. *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST)*, April 23 – 26, 2015 Antalya, Turkey. Volume 2, pages 226-230
13. Mazur, A. (1997). *Peer Instruction*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
14. Novak, G.M., Patterson, E.T., Gavrín, A.D. & Christian, W. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology* Prentice Hall, New Jersey.
15. Hestenes, D. (2003). Oersted Medal Lecture 2002: Reforming the mathematical language of physics. *American Journal of Physics*, 71(2), 104-121.
16. Dori, Y.J, Belcher, J (2014). Learning electromagnetism with visualizations and Active learning. <https://www.researchgate.net/publication/226407140>. DO – 10.1007/1-4020-3613-2_11
17. Matthew A. Kohlmyer, Marcos D. Caballero, Richard Catrambone, et al. (2009). A Tale of Two Curricula: The performance of two thousand students in introductory electromagnetism, Accepted to *Phys. Rev.*, Arxiv preprint arXiv:0906.0022.
18. Pollock, S. (2007). A Longitudinal Study of the Impact of Curriculum on Conceptual Understanding in E&M, 2007 Physics Education Research Conference, vol. 951, pgs. 172-175.
19. Cross, D. *A Practical Handbook of Language Teaching*/D.Cross.-New Jersey: Prentice Hall, 1992.-296 p.
20. Willingham, D. Critical thinking. Why is it so hard to teach&/D.Willingham// *American Educator*.-2007.-№3 –P. 8-19.
21. Чапаев Н. К. Педагогическая интеграция: методология, теория, технология. – 2-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.– пед. ун-та; Кемерово: Изд-во Кемеровского гос. проф.-пед. колледжа. 2005. – 325 с. <https://nashol.com/20190106106361/pedagogicheskaya-integraciya-chapaev-n-k-2005.htm>.
22. Найденова Н.Н. Культура обучения в эпоху цифровизации: взгляд из стран северной европы // *Материалы международной научно-практической конференции «Образование и психолого-педагогическая наука: системность, преемственность, инновационность»*, посвященной 110-летию со дня рождения академика Т.Т. Тажибаева. *Казахский Университет. – Алматы*, 2020.
23. <http://ru.globalstudygroup.com/1/8/341/visshee-obrazovanie-v-yaponii-i-posleduyushee-vozmojnoe-povishenie-kvalifikacii>
24. Гаврюшин А. В. Реформация технологий преподавания на примере финской системы образования // *Молодой ученый*. – 2016. – №7.6. – С. 59-62. – URL <https://moluch.ru/archive/111/28049>
25. Mathewson, J.H. (1999). Visual-spatial thinking: An aspects of science overlooked by educators. *Science Education*, 83, 33-54.
26. Belcher, J.W. (2001). *Studio Physics at MIT*. MIT Physics Annual. <http://evangelion.mit.edu/802teal3d/visualizations/resources/PhysicsNewsLetter.pdf>
27. Belcher, J.W. & Bessette, R. M. (2001). Using 3D animation in teaching introductory electromagnetism. *Computer Graphics* 35, 18-21.
28. Hennig, M., Mertsching, B. (2017). Innovative 3D Animations for Teaching Electromagnetic Field Theory and its Mathematics in Undergraduate Engineering. 3rd International Conference on Higher Education Advances, HEAd'17. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd17.2017.5327>.

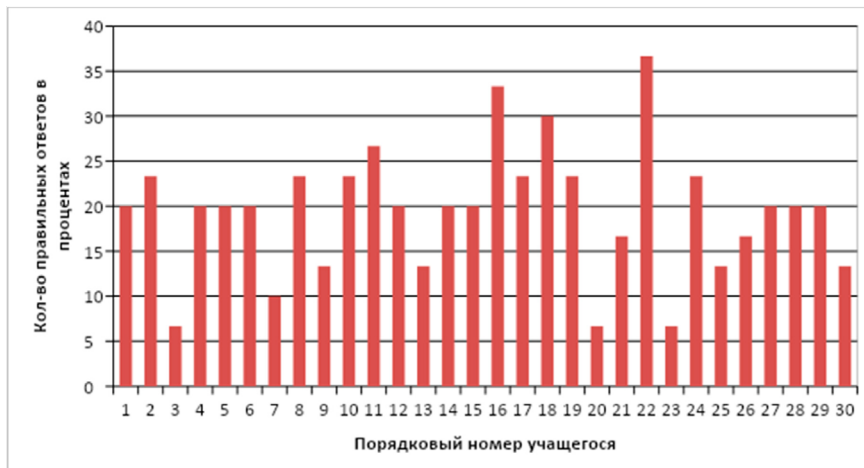
References

1. Albe, V., Venturini, P., & Lascours, J. (2001). Electromagnetic concepts in mathematical representation of physics. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 197-203
2. Beker, B., Bailey, D. W., & Cokkinides, G. J. (1998). An Application-Enhanced Approach to Introductory Electromagnetics. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, 41(1), 31-36
3. Belcher, J.W. & Bessette, R. M. (2001). Using 3D animation in teaching introductory electromagnetism. *Computer Graphics* 35, 18-21.
4. Belcher, J.W. (2001). *Studio Physics at MIT*. MIT Physics Annual. <http://evangelion.mit.edu/802teal3d/visualizations/resources/PhysicsNewsLetter.pdf>
5. Chapayev N. K. (2005). *Pedagogicheskaya integratsiya: metodologiya, teoriya, tekhnologiya: 2-ye izd., ispr. i dop.* Yekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.- ped. un-ta; Kemerovo: Izd-vo Kemerovskogo gos. prof.-ped. kolledzha.[Pedagogical integration: methodology, theory, technology: 2nd ed., ISPR. and add. Yekaterinburg: publishing house of Russian state prof.- PED. Kemerovo state University; publishing house of Kemerovo state prof. – ped. College] 325 p. <https://nashol.com/20190106106361/pedagogicheskaya-integraciya-chapaev-n-k-2005.htm>. (In Russian)
6. Cross, D. *A Practical Handbook of Language Teaching*/D.Cross.-New Jersey: Prentice Hall, 1992.-296 p.
7. Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, vol. 2, pgs 010105
8. Dmitriyev, G.D. (2007) *Konstruktivistskiy diskurs v teorii soderzhaniya obrazovaniya SSHA. Shkol'nyye tekhnologii*. [Constructivist discourse in the theory of education content in the USA] *School technologies* №3, pp.3-9 (In Russian)

9. Dori, Y.J, Belcher, J (2014). Learning electromagnetism with visualizations and Active learning. <https://www.researchgate.net/publication/226407140>. DO - 10.1007/1-4020-3613-2_11
10. Dunn, J.W.& Barbanel, J. (2000). One model for an integrated math / physics course focusing on electricity and magnetism and related calculus topics” American Journal of Physics, 68(8), pp. 749-757
11. Gavryushin A. V. (2016) Reformatsiya tekhnologiy prepodavaniya na primere finskoy sistemy obrazovaniya. Molodoy uchenyy. [Reformation of teaching technologies on the example of the Finnish education system] Young scientist. №7.6. pp. 59-62. URL <https://moluch.ru/archive/111/28049> (In Russian)
12. Greca, I., and Moreira, M. A. (1997). The kind of mental representation—models, propositions and images—used by college physics students regarding the concept of field. Inter-national Journal of Science Education 19: 711–724
13. Hennig, M., Mertsching, B. (2017). Innovative 3D Animations for Teaching Electromagnetic Field Theory and its Mathematics in Undergraduate Engineering. 3rd International Conference on Higher Education Advances, HEAd’17. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd17.2017.5327>.
14. Hestenes, D. (2003). Oersted Medal Lecture 2002: Reforming the mathematical language of physics. American Journal of Physics, 71(2), 104-121.
15. <http://ru.globalstudygroup.com/1/8/341/visshee-obrazovanie-v-yaponii-i-posleduyushee-vozmojnoe-povishenie-kvalifikacii>
16. <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=BEMA>
17. Lipman, M. (1993) Promoting Bette Classroom Thinking. Educational Psychology. Vol.13. (3-4), 302 p.
18. Mathewson, J.H. (1999). Visual-spatial thinking: An aspects of science overlooked by educators. Science Education, 83, 33-54.
19. Matthew A. Kohlmyer, Marcos D. Caballero, Richard Catrambone, et al. (2009). A Tale of Two Curricula: The performance of two thousand students in introductory electromagnetism, Accepted to Phys. Rev., Arxiv preprint arXiv:0906.0022.
20. Mazur, A. (1997). Peer Instruction. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
21. Naydenova N.N. (2020) KUL’TURA OBUCHENIYA V EPOKHU TSIFROVIZATSII: VZGLYAD IZ STRAN SEVERNOY YEVROPY. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «OBRAZOVANIYE I PSIKHOLOGO-PEDAGOGICHESKAYA NAUKA: SISTEMNOST’, PREYEMSTVENNOST’, INNOVATIONNOST’», posvyashchennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika T.T. Tazhibayeva. [CULTURE OF LEARNING IN THE AGE OF DIGITALIZATION: A VIEW FROM THE NORDIC COUNTRIES]. Materials of the international scientific and practical conference “EDUCATION AND PSYCHOLOGICAL and PEDAGOGICAL SCIENCE: SYSTEM, CONTINUITY, INNOVATION”, dedicated to the 110th anniversary of the birth of academician T. T. Tazhibayev. Kazakh University, Almaty (In Russian)
22. Novak, G.M., Patterson, E.T., Gavrin, A.D. & Christian, W. (1999). Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology Prentice Hall, New Jersey.
23. Philip Eaton, Keith Johnson, Barrett Frank, and Shannon Willoughby (2019). Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 15, 010102 – Published 7 January 2019.
24. Pollock, S. (2007). A Longitudinal Study of the Impact of Curriculum on Conceptual Understanding in E&M, 2007 Physics Education Research Conference, vol. 951, pp. 172-175.
25. Slavich G.M., Zimbardo P.G. (2012) Transformatsionnoye obucheniye: teoreticheskiye osnovy, osnovnyye printsipy i osnovnyye metody. Educ Psychol Rev 24, 569–608 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9199-6>
26. Şule Berna Ayan, Mehmet Yüksekaya. (2015) Improving the effectiveness of electromagnetic theory education by increasing the learning motivation. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), April 23 - 26, 2015 Antalya, Turkey. Volume 2, pp.226-230
27. Viennot, L., and Rainsin, S. (1992). Students’ reasoning about the superposition of electric fields. International Journal of Science Education 14, pp. 475–487
28. Willingham, D. (2007) Critical thinking. Why is it so hard to teach &D. Willingham, №3, pp. 8-19.
29. Willingham, D. Critical thinking. Why is it so hard to teach&/D.Willingham// American Educator. – 2007. – №3. – P. 8-19.



Приложение 1.1. График процентного выражения правильных ответов каждого учащегося физико-математической школы по тесту BEMA.



Приложение 1.2. График процентного выражения правильных ответов каждого студента физико-технического факультета по тесту ВЕМА.



Приложение 2.1. Ответы учащихся 11 классов частной физико-математической школы по тесту ВЕМА.



Приложение 2.2. Ответы студентов-бакалавров физико-технического факультета ВУЗа по тесту ВЕМА.