

Как меняются субъективные представления педагогов о STEM-образовании

Нгуен Хоай Нам, Ле Суан Куанг, Нгуен Ван Хиен, Нгуен Ван Биен, Нгуен Тхи Тху Чанг, Тай Хоай Мин, Ле Хай Ми Нган

Статья поступила
в редакцию
в октябре 2019 г.

Nguyen Hoai Nam, Le Xuan Quang, Nguyen Van Hien, Nguyen Thi Thu Trang, Thai Hoai Minh, Le Hai My Ngan. Transformative Perceptions of In-Service Teachers towards STEM Education: The Vietnamese Case Study (пер. с англ. Л. Трониной). Авторы благодарят организаторов проекта SESDP2, обеспечивших благоприятные условия для проведения научно-исследовательской работы. Исследование проводилось в рамках государственной программы Вьетнама № KHGD/16-20. БТ.039.

Нгуен Хоай Нам (Nguyen Hoai Nam) PhD в области теоретической физики, адъюнкт-профессор философии и методологии научно-технического образования, заместитель декана факультета научно-технического образования, Ханойский государственный педагогический университет. Адрес: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: namnh@hnue.edu.vn

Ле Суан Куанг (Le Xuan Quang) PhD в области философии и методологии научно-технического образования, преподаватель факультета научно-технического образования, Ханойский государственный педагогический университет. Адрес: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: quanglx@hnue.edu.vn

Нгуен Ван Хиен (Nguyen Van Hien) PhD в области философии и методологии биологического образования, адъюнкт-профессор философии и методологии биологического образования биологического факультета, Ханойский государственный педагогический университет. Адрес: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: hiennv@hnue.edu.vn

Нгуен Ван Биен (Nguyen Van Bien) PhD в области философии и методологии физического образования, адъюнкт-профессор философии и методологии физического образования физического факультета, Ханойский государственный педагогический университет. Адрес: 136 Xuanthuy, Cau-

giay, Hanoi, Vietnam. E-mail: biennv@hnue.edu.vn

Нгуен Тхи Тху Чанг (Nguyen Thi Thu Trang)

PhD в области прикладной химии, директор Центра STEM-образования, преподаватель химического факультета, Хошиминский педагогический университет. Адрес: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: thutrang@hcmup.edu.vn

Тай Хоай Мин (Thai Hoai Minh)

PhD в области философии и методологии химического образования, заместитель декана химического факультета, Хошиминский педагогический университет. Адрес: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: minhth@hcmue.edu.vn

Ле Хай Ми Нган (Le Hai My Ngan)

докторант в области философии и методологии физического образования, преподаватель физического факультета, Хошиминский педагогический университет. Адрес: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: nganlhm@hcmue.edu.vn

Аннотация. Цель проведенного исследования — оценить изменения субъективных представлений учителей средних школ Вьетнама о STEM-образовании, после того как они приняли участие в программе профессиональной подготовки в рамках второго проекта «Совершенствование образования в старших классах средней

школы» (The Second Upper Secondary Education Development Project 2 — SESDP2). Обучающий курс, основанный на техническом проектировании и включавший онлайн- и офлайн-этапы, был разработан в соответствии с форматом программы профессиональной подготовки учителей, предложенным М. Гаретом с соавторами. Для анализа демографических данных участников и их субъективных представлений о STEM-образовании разработан опросник путем модификации инструментов, использованных в более ранних исследованиях, посвященных техническому проектированию в обучении и адаптации предметных и педагогических знаний в области естественных наук, технологий,

инженерии и математики для учителей. В исследовании приняли участие 150 педагогов из 11 провинций Вьетнама, которые заполняли анкеты в начале и в конце офлайн-этапа программы профессиональной подготовки. Результаты исследования показывают несомненную эффективность и целесообразность проведения обучающего курса для изменения отношения учителей к STEM-образованию.

Ключевые слова: STEM-образование, субъективные представления, установки, школьные учителя, тренинг, программа профессиональной подготовки учителей.

DOI: 10.17323/1814-9545-2020-2-204-229

STEM-образованию как методике, которая потенциально способствует совершенствованию подготовки кадров в области естественных наук, технологий, инженерии и математики, сегодня уделяют внимание во многих странах. Стратегии и принципы внедрения STEM-образования могут различаться в зависимости от уровня развития системы образования и специфики конкретной страны [Marginson et al., 2013; Tytler, 2007], но сомнений в том, что активная позиция учащихся в учебном процессе и их высокие достижения в изучении школьных STEM-дисциплин являются основой успешной профессиональной карьеры в указанных областях, уже не осталось. Молодежь не только расширяет свои компетенции в области STEM — технологические инновации, способные дать толчок экономическому развитию, тоже разрабатывают и создают молодые [Bybee, 2010; National Research Council, 2011; Sadle et al., 2012]. Таким образом, нововведения в рамках реформы, нацеленной на внедрение STEM-образования, способствуют укреплению экономики и созданию новых рабочих мест [Banks, Barlex, 2014; Williams, 2011]. Для внедрения STEM-образования требуются пересмотр учебных планов и программ, интеграция отдельных STEM-дисциплин, переход к новым педагогическим методикам, ориентированным на решение проблем, проектное обучение и другие виды активного обучения [Basham, Israel, Maynard, 2010; National Research Council, 2012; Honey, Pearson, 2014]. STEM-образование, нацеленное на создание содержательной учебной среды, решение практических жизненных задач, повышает интерес школьников к обучению, помогает им разви-

вать компетенции, необходимые в XXI в., и побуждает выбирать профессии в сфере естественных наук, технологий, инженерии и математики.

Даже умело используя методы активного обучения, в том числе проблемного и проектного, педагоги по-прежнему сталкиваются с трудностями, когда речь заходит об интеграции дисциплин в рамках STEM-обучения или о новых алгоритмах работы — техническом проектировании, например. Многочисленные исследования показывают, что учителям — математикам и естественникам часто не хватает технического опыта и инженерных навыков, поэтому им сложно руководить совместным проблемно ориентированным обучением и оценивать его результаты [Asghar et al., 2012; Lesseig et al., 2016; Stohlmann, Moore, Roehrig, 2012; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. Технологии нельзя понимать упрощенно, как продукты (компьютеры, электроника, интернет) или как результат прикладного применения научных знаний. В понятие технологии входит и проектирование, и инженерные решения, и технологические операции, обеспечивающие порождение идеи, создание, поддержку и утилизацию полезных предметов и/или процессов в мире, созданном руками человека [Yasar et al., 2006]. На успешность педагога в совершенствовании его компетенций и установок в целях внедрения STEM-обучения может оказывать влияние множество факторов, в том числе профессиональная квалификация, личные качества, а также методы обучения, которые он использует [Darling-Hammond, Youngs, 2002].

Участвуя в программах профессиональной подготовки, педагоги расширяют предметные и педагогические знания в области STEM-дисциплин, вовлекаются в совместное обучение, практикуются в разработке тематики STEM-обучения и преподавании STEM-дисциплин. Они углубляют знания по предметам STEM-цикла [Brophy et al., 2008], учатся интегрировать содержание разных дисциплин [Moore, Guzey, Brown 2014; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. В результате такого обучения меняются их установки относительно интегративного STEM-образования [Roehrig et al., 2012; Stohlmann, Moore, Roehrig, 2012]. Учителя осваивают инженерно-технические знания, у них появляется интерес к использованию технического проектирования на уроках [Duncan et al., 2007].

Во Вьетнаме школьные учителя, как правило, преподают один предмет согласно своей специализации — математику, физику, химию, биологию, технологию или информатику. Им не хватает опыта для внедрения STEM-образования, поскольку в педагогических вузах акцент делается на теоретических предметных знаниях, а связь обучения с решением практических задач остается слабой. В некоторых городах и провинциях неправительственные организации, в частности научные клубы,

STEM-клубы, с целью популяризации STEM-образования организуют дополнительные обучающие программы, в ходе которых школьники решают реальные практические задачи. Однако такие занятия проводятся в рамках дополнительного образования, а не школьной программы. Поэтому организаторы проекта *SESDP2 (Second Upper Secondary Education Development Project 2)*, инициированного Министерством образования и профессиональной подготовки Вьетнама, запустили программу профессиональной переподготовки педагогов, цель которой — расширить знания и навыки учителей средней школы в области STEM-образования: не только дать общее представление о том, что такое STEM-образование, но и прояснить, на какие стандарты и результаты надо ориентироваться при разработке учебных программ и обучении на всех уровнях образования. Цель рассматриваемой программы — познакомить учителей с процессом разработки и проведения STEM-уроков, научить самостоятельно проводить такие уроки, разрабатывать темы для них в соответствии с современной учебной программой, ориентированной на формирование компетенций.

В данной статье мы анализируем результаты программы профессиональной подготовки учителей, организованной в рамках проекта *SESDP2*, с целью получить ответы на два вопроса:

- 1) изменились ли после прохождения программы представления педагогов о STEM-образовании;
- 2) что заставило педагогов изменить точку зрения на STEM-образование, в случае если это произошло?

Программы профессиональной переподготовки учителей для внедрения STEM-образования широко применяют во многих странах. По результатам их проведения проводятся исследования динамики предметных и педагогических знаний, а также навыков педагогов в области STEM-образования и изменения их взглядов на STEM-образование [Brophy et al., 2008; Duncan et al., 2007; Roehrig et al., 2012; Stohlmann, Moore, Roehrig, 2012; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. Форматы и продолжительность таких программ могут быть разными, но цель всегда одна: наращивать знания и навыки педагогов в области естественных наук, технологий, инженерии и математики и способствовать квалифицированному внедрению комплексного междисциплинарного STEM-обучения. С помощью методистов учителя приобретают непосредственный опыт интеграции STEM-обучения в учебную работу, формируя концептуальную схему такой интеграции. Учителя также осваивают на практике различные виды деятельности, которые могут затем использовать в классе [Wang, Moore,

1. Обучающие программы для преподавателей по STEM-образованию

Roehrig, 2011]. Для обучения педагогов применяются и комбинируются различные форматы: лекции, панельные дискуссии, презентации, в ходе тренингов рассматриваются разделы и направления различных областей знания, изучаются темы на стыке STEM-дисциплин (например, энергия, космическое пространство, организм человека, золотодобыча, математическое мышление, материаловедение). После обучающих программ педагоги чувствуют себя увереннее, становятся эффективнее, начинают понимать, что изучение преподаваемых ими предметов в рамках комплексного STEM-обучения будет способствовать более глубокому их пониманию школьниками, повысит эффективность обучения, простимулирует развитие когнитивных процессов у учащихся [Nadelson et al., 2012].

В профессиональном обучении преподавателей наметился новый тренд: акцент смещается с обучения учителей-естественников исследовательскому подходу в преподавании и наращивания предметных знаний в определенной области [Daugherty, 2010] к интеграции содержания STEM-дисциплин посредством организации исследований и технического проектирования, выполняемого учащимися в ходе освоения учебных предметов [Kelley, Knowles, 2016; Lesseig et al., 2016]. Продолжительность такого обучения может быть разной: несколько дней, неделя или больше [Nadelson et al., 2012; Ring et al., 2017; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. Более длительное обучение предполагает обычно углубленное обсуждение содержания обучения, представлений школьников — верных или неверных, а также педагогических стратегий. В рамках более развернутых программ педагогам предоставляется возможность опробовать новые методы работы на уроке, а затем получить обратную связь [Garet et al., 2001].

В зависимости от продолжительности и целей обучающих программ они могут быть организованы и летом, и в течение учебного года. Учителя, работая в группах, осваивают подходы к преподаванию комплексных STEM-дисциплин (например, техническое проектирование и анализ данных), к внедрению технического проектирования при изучении тех или иных разделов естественных наук, а также разрабатывают интегративные программы STEM-обучения [Nadelson et al., 2012; Ring et al., 2017]. На втором этапе к обучению учителей привлекаются школьники — работая с ними, учителя получают практический опыт. Затем они получают время, чтобы уже без учащихся обдумать этот опыт, проработать возникшие идеи относительно содержания обучения, способов повышения активности учащихся, внедрения разработок и оценивания. В ходе дискуссий учителя делятся наблюдениями по поводу того, каким законам подчинено мышление учащихся, и пересматривают свою роль в обучении: они должны стать фасилитаторами [Lesseig et al., 2016]. Практическая деятельность педагогов в рамках программы профес-

сиональной подготовки строится на основе двух главных методологических подходов: проектного обучения и проблемного обучения.

Исследования показывают, что в результате прохождения курса профессиональной подготовки по STEM-обучению установки учителей претерпевают существенные изменения: они понимают, как важно, чтобы знания усваивались через исследование, а не через ознакомление с текстом учебника или выслушивание объяснений учителя. Учителя осознают, что школьникам необходимо дать опыт использования разных способов решения проблем, чтобы развивать у них способность проводить исследования на основании собственных идей. Работая со школьниками в рамках программ профессионального обучения, учителя видят, что у учащихся есть и мотивация, и возможности для того, чтобы выполнять сложные, комплексные и не имеющие однозначного решения проектировочные задачи. Им интересно достичь цели, решить реальную задачу, создав конкретный продукт или добившись нужного результата, даже если они не знают точно, как это сделать, или если их идея оказывается неудачной. При этом растет и уверенность учащихся в своих силах, во всяком случае у большинства из них [Lesseig et al., 2016]. Учителям одной школы, одной кафедры или одной параллели полезно сообща, в группах работать с материалами учебных программ, обсуждать критерии оценивания, создавать учебный план или отдельные тематические блоки, применимые в условиях их конкретной школы. Практика показала, что добиваться успехов в ходе программ профессиональной подготовки учителям помогают различные виды активного обучения, такие как взаимное наблюдение, планирование внедрения разработок на уроке, анализ работы учащихся, презентации, руководство, написание текстов [Garet et al., 2001].

Описаны, однако, и трудности при внедрении STEM-обучения: педагогические, учебно-методические и организационные. С трудностями педагогического характера учителя сталкиваются, когда, выступая в роли фасилитаторов и наставников, ставят перед школьниками недостаточно четко сформулированные задачи с целью побудить их к поиску собственных идей и решений. Совместить решение реальных жизненных задач в области естественных наук, технологии, инженерии и математики с требованиями к стандартам содержания образования для каждой параллели тоже нелегко, здесь возникают трудности учебно-методического плана. Организационные трудности создает жестко установленная в рамках расписания уроков последовательность изучения учебных разделов: в традиционных школах учащимся предлагается определенный набор изолированных друг от друга предметных курсов, что затрудняет внедрение междисциплинарного обучения. Исследователи предла-

гают в ходе программ профессиональной подготовки оказывать педагогам поддержку по четырем ключевым направлениям: дать целостное представление о комплексном STEM-обучении, основанном на проектном подходе; мотивировать учителей использовать в обучении сложные проектировочные задачи; обеспечить учителей педагогическим инструментарием; оказывать непрерывную помощь в процессе планирования и внедрения STEM-обучения [Lesseig et al., 2016].

Для оценки эффективности программ профессиональной подготовки в научно-исследовательских целях было разработано несколько тестовых инструментов. В проведенных с их помощью исследованиях было показано, что эффективности практической профессиональной подготовки учителей-естественников в части освоения приемов исследовательского обучения и предметных знаний в конкретной области способствуют прикладная деятельность, совместная работа педагогов и высокий авторитет наставника [Daugherty, 2010]. Помимо профессиональных качеств участников таких программ, существуют и другие скрытые переменные, которые влияют на эффективность программ переподготовки: в их числе восприятие учителем практики STEM-обучения, уровень его профессиональной неудовлетворенности, способы внедрения исследовательского подхода и практики преподавания STEM-дисциплин, способ представления содержания курса [Nadelson et al., 2012]. Американские ученые разработали так называемый протокол рефлексии STEM с 8 показателями, характеризующими изменение представлений учителей о STEM-образовании в результате трехнедельного курса обучения [Ring et al., 2017]. При анализе моделей профессионального развития учителей, проходящих курсы STEM-образования, исследователи учитывают представления педагогов о ценности проектировочных задач, практическую деятельность в сфере естественных наук, математики и технического проектирования, а также формирование навыков XXI в. у учащихся, их мотивацию к обучению и расширение их возможностей, проблемы, возникающие при внедрении в обучение проектировочных STEM-задач [Lesseig et al., 2016]. Продуктивным методом получения данных о восприятии педагогами интеграции STEM-дисциплин, о методах классной работы, направленных на такую интеграцию, является развернутое интервью [Wang, Moore, Roehrig, 2011]. С другой стороны, важные данные дают и формализованные анкеты, в частности опросник из 75 пунктов с ответами по 5-балльной шкале Ликерта, посвященный принципам STEM-образования, таким как комплексное содержание, проблемно ориентированное обучение, исследовательское обучение, проектное обучение и совместное обучение. С его помощью выявлены корреляции установок педагогов в отношении STEM-образования с их социально-демографиче-

скими характеристиками и с особенностями конкретной школы [Thibaut et al., 2018].

Четырехдневная программа профессиональной подготовки была организована в провинциях Дананг и Хайфон в марте 2019 г. Обучение проходило в четыре этапа: на первом участники слушали лекцию и обсуждали услышанное со специалистом, затем изучали одну из тем STEM-цикла в качестве учеников, анализировали видеоролики со STEM-уроками и, наконец, сами разрабатывали тематику и план STEM-урока в группах. Мы анализировали данные 150 участников, которые заполнили все анкеты и предоставили нам полный набор информации. Доля мужчин среди 150 опрошенных, предоставивших валидные данные, составила 18,7%. Численное преимущество женщин в выборке отражает половой состав кадров в сфере образования Вьетнама [OECD, 2018]. 91,3% выборки составили учителя, оставшуюся долю — директора школ и их заместители. 10% участников были моложе 30 лет, 60,7% — в возрасте от 30 до 39 лет, 25,3% — от 40 до 49 лет, 4% — старше 50 лет. Штатные педагоги неполных средних школ составили 46,6% выборки, учителя старших классов — 51,4%, педагоги средних общеобразовательных школ — 2%. Более половины учителей (59,3%) имели опыт преподавания 10–19 лет, 27,3% — менее 10 лет, 12% — 20–29 лет, 1,3% — более 30 лет. Участники программы, организованной в Дананге, были жителями центральных регионов Вьетнама, педагоги, проходившие обучение в Хайфоне, представляли северные провинции. В общей сложности в программе приняли участие представители 11 провинций. Распределение участников по показателю «основной предмет специализации» в порядке убывания выглядело так: естественные науки (42%), математика (24%), информатика (17,3%), технология (10%), другие предметы (0,7%); доля педагогов, преподававших два предмета (например, химия и биология, биология и технология, математика и информатика, математика и физика, физика и технология), составила 6,1%. Большинство участников, преподававших два предмета, работали учителями начальной школы и имели достаточный уровень образования, чтобы совмещать два предмета, — были выпускниками местных педагогических колледжей.

Чтобы оценить профессиональные качества участников, мы разработали демографический инструмент на основании данных, которые определили как принципиально важные для ответа на вопросы нашего исследования: пол и возраст, параллель, в которой работают учителя, предметы их специализации, должность (педагог или административный работник) и опыт преподавания.

2. Дизайн исследования

2.1. Участники

2.2. Инструмент исследования

Таблица 1. **Инструмент оценки субъективных представлений педагогов о применении технического проектирования в процессе внедрения сценария STEM-обучения**

| Категория (скрытые переменные) | Элементы (измеряемые переменные) |
|---|---|
| Формулировка тем и составление плана урока | <ol style="list-style-type: none"> 1. Учителя выясняют, где требуются и как могут быть применены на практике знания, которые составляют содержание урока 2. Учителя находят в источниках (интернет, педагогическая литература, журналы) материалы и информацию для разработки содержания и плана урока 3. Учителя обсуждают с коллегами, преподающими тот же предмет, целесообразность подобранной темы и содержания 4. Учителя обсуждают целесообразность выбора темы и содержания с коллегами, преподающими другие предметы 5. Учителям необходимо определить задачи каждого вида учебной деятельности 6. Учителям необходимо установить особые требования и критерии для самостоятельного обучения школьников и самооценки усвоения ими знаний 7. Учителям необходимо определить особые требования и критерии для конечного продукта учебной деятельности (если он предусмотрен) 8. Учителя заранее выполняют задания, упражнения, виды деятельности, которые будут предложены затем ученикам, в том числе создают конечный продукт учебной деятельности |
| Изучение школьниками теоретических основ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Школьники изучают теоретическую информацию, относящуюся к содержанию урока/ учебным заданиям 2. Школьники проводят эксперименты, основываясь в том числе на соответствующих теоретических знаниях 3. Школьники объясняют, как теоретические знания используются в процессе создания продукта |
| Проектирование и создание конечного продукта | <ol style="list-style-type: none"> 1. Школьники вырабатывают собственный план и решения для создания продукта 2. Школьники, работая в группах, создают продукт, при этом у каждого из них своя функция 3. Школьники в инициативном порядке предлагают пути решения задачи и в сотрудничестве с другими участниками группы выбирают подходящие решения для проектирования и разработки продукта 4. Запуская изделие в работу, школьники уделяют внимание технике безопасности и правилам гигиены 5. Школьники используют оптимальные, экономичные материалы 6. Школьники подсчитывают расходы, чтобы создать экономически выгодный продукт |
| Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | <ol style="list-style-type: none"> 1. Школьники рассказывают о разработанном продукте и демонстрируют его 2. Прежде чем производить продукт, школьники рассказывают о своих планах и решениях, защищают проекты создания продукта в классе 3. В процессе выполнения заданий в группах школьники голосуют за принимаемые решения и оценивают их 4. Группу школьников оценивают другие группы 5. Школьников и их изделия оценивают учителя 6. Школьников оценивают преподаватели смежных дисциплин (если продукт изготовлен на базе междисциплинарных знаний) 7. Школьникам предлагают усовершенствовать планы, решения и конечный продукт 8. Школьники должны объяснить, каким образом они скорректировали и усовершенствовали процесс создания конечного продукта 9. Школьники, потерпевшие неудачу, получают поддержку, отрицательный результат расценивается как важный опыт, их побуждают стремиться к успеху |

| Категория (скрытые переменные) | Элементы (измеряемые переменные) |
|--------------------------------------|--|
| Педагогические знания | <ol style="list-style-type: none"> 1. Учитель решает, как организовать учебную деятельность таким образом, чтобы задачи всех видов учебной деятельности были решены 2. Учитель должен дать школьникам задания для самостоятельного обучения, сообщить, где можно найти необходимые учебные материалы 3. Если при самостоятельном обучении школьники испытывают затруднения, учитель всегда должен быть готов помочь 4. Учитель обращается за помощью к коллегам, преподающим другие дисциплины, если школьники испытывают затруднения, выполняя задания, связанные с этими дисциплинами 5. После того как школьники завершили работу и представили ее результат, учитель подводит итог и помогает учащимся восполнить недостающие знания 6. Учитель должен правильно распределить время, выделить достаточно времени на все виды деятельности, чтобы обеспечить школьникам возможности для самостоятельного обучения |
| Профессиональное развитие | <ol style="list-style-type: none"> 1. Педагог проходит подготовительные курсы, учится выстраивать и организовывать учебную деятельность 2. Учитель принимает участие в практических, в том числе экспериментальных, занятиях, приобретая опыт разработки тематики и организации учебной деятельности 3. Учитель принимает участие в обучении своих коллег, приобретая опыт разработки тематики и организации учебной деятельности 4. Педагог принимает участие во взаимном наблюдении, оценивает уроки коллег, также приобретая опыт 5. В процессе наблюдения за работой коллег учитель должен уделить внимание действиям школьников и убедиться, что они соответствуют целям обучения |

Представления педагогов о STEM-образовании выясняли с помощью открытых вопросов о его концепции, целях и особенностях. Учителей также просили самостоятельно оценить собственные знания о STEM-образовании по 5-балльной шкале, где 1 — «не понимаю», 2 — «знаю, но не понимаю», 3 — «понимаю в общих чертах», 4 — «понимаю отчетливо», 5 — «понимаю очень хорошо». Чтобы оценить уровень предметных и педагогических знаний учителей, необходимых для внедрения STEM-обучения на основе технического проектирования, мы предложили им ответить на 37 вопросов, разделенных на шесть категорий, выставив баллы по шкале Ликерта — от 0 («не нужно») до 4 («очень нужно»). Кроме того, мы включили в анкету вопросы о профессиональной подготовке учителей, чтобы сопоставить ответы со сценарным планом нашего тренинга. Предварительный и заключительный опрос (претест и посттест) мы проводили в одном и том же формате с целью оценить, как изменились субъективные представления педагогов в ходе профессионального обучения. Претест проводился перед началом офлайн-занятий, посттест — по окончании программы. Участники указывали свои имена и названия школ, чтобы ответы можно было отследить. Инструмент исследования (табл. 1) был модифицирован по сравнению с теми, что использовались в других

работах [Daugherty, 2010; Nadelson et al., 2012; Ring et al., 2017; Thibaut et al., 2018], но так же, как эти опросники, направлен на оценку предметных и педагогических знаний учителей в области естественных наук, технологий, инженерии и математики [Shulman, 1986].

Опрос проводился с помощью *Google-Forms* с дополнительными вопросами, в том числе закрытого типа, с выбором варианта ответа, с ответами в баллах по шкале Ликерта и открытого типа. Данные были очищены, а затем проанализированы с помощью *SPSS20.0* с целью обеспечения их достоверности и надежности. Мы сгруппировали вопросы, чтобы выяснить, каковы субъективные представления педагогов о STEM-образовании и отношение к нему в части методов разработки предмета изучения, учебной деятельности на основе инженерно-технического проектирования, а также в части оценивания.

3. Результаты и их анализ

3.1. Надежность и валидность разработанного ботанного инструмента исследования

Надежность наблюдаемых переменных оценена с помощью коэффициента альфа Кронбаха. Чтобы подтвердить надежность шкалы, необходимо удалить переменные с совокупным коэффициентом корреляции менее 0,3 и коэффициентом альфа Кронбаха менее 0,6 [Bland, Altman, 1997]. Для претеста альфа Кронбаха опросника составила 0,984, альфа Кронбаха для субшкал — от 0,931 до 0,977; для посттеста — 0,981 для опросника и от 0,899 до 0,963 для субшкал, что свидетельствует о высоком уровне надежности инструмента.

Валидность шкалы оценивалась методом эксплораторного факторного анализа. Факторные нагрузки переменных для обоих тестов (от 0,762 до 0,951 и от 0,766 до 0,928 для претеста и посттеста соответственно) были больше стандартных (при объеме выборки 150 требуемая факторная нагрузка больше 0,45) (табл. 2 [Hair et al., 2010. P. 116]). Значения КМО (критерий адекватности выборки Кайзера — Мейера — Олкина) удовлетворяли условию $0,5 < \text{КМО} < 1$, а значит, результат эксплораторного факторного анализа согласуется с фактическими данными. Тест Барлетта показал уровень значимости менее 0,05, т. е. наблюдаемые переменные находились в линейной корреляции с репрезентативными факторами. Все извлеченные значения средней дисперсии превышали 62%, и это означает, что более 62% вариации показателей объясняется наблюдаемыми переменными.

3.2. Влияние программы профессиональной подготовки на субъективные представления педагогов

Чтобы установить зависимость между группами переменных и субъективными оценками STEM-образования со стороны педагогов, был проведен корреляционный анализ с помощью инструмента «Корреляция Пирсона» в программе *SPSS*. Выявлена значимая взаимосвязь между переменными, связан-

Таблица 2. Корреляция величин (претест)

| Элементы | Самооценка представлений о STEM-образовании | Формулировка тем и составление планов уроков | Изучение школьниками теоретических основ | Проектирование и создание конечного продукта | Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | Педагогические знания | Профессиональное развитие |
|---|---|--|--|--|---|-----------------------|---------------------------|
| Самооценка представлений о STEM-образовании | 1 | -0,023 0,776* | 0,000 0,997* | -0,005 0,949* | -0,024 0,769* | -0,003 0,968* | 0,34 0,683* |
| Формулировка тем и составление планов уроков | — | 1 | 0,607** | 0,615** | 0,635** | 0,943** | 0,881** |
| Изучение школьниками теоретических основ | — | — | 1 | 0,941** | 0,946** | 0,599** | 0,577** |
| Проектирование и создание конечного продукта | — | — | — | 1 | 0,952** | 0,604** | 0,588** |
| Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | — | — | — | — | 1 | 0,610** | 0,587** |
| Педагогические знания | — | — | — | — | — | 1 | 0,911** |
| Профессиональное развитие | — | — | — | — | — | — | 1 |

Корреляция Пирсона:
значимость (двусторонняя)
** $p = 0,000 < 0,01$;
* $p > 0,1$; $N = 150$.

ными с оценкой внедрения STEM-образования, в рамках претеста (табл. 2). Однако связи между этими переменными и самооценкой представлений о STEM-образовании со стороны педагогов не наблюдается. Возможно, причиной тому были недостаток опыта преподавания STEM-материала с использованием методов обучения, основанных на инженерно-техническом проектировании, и формат программы профессиональной подготовки.

После того как в ходе профессионального обучения учителя приобрели некоторый опыт, их представления о STEM-образовании изменились и показали устойчивую взаимосвязь

Таблица 3. Корреляция величин (посттест)

| Элементы | Самооценка представлений о STEM-обучении | Формулировка тем и составление планов уроков | Изучение школьниками теоретических основ | Проектирование и создание конечного продукта | Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | Педагогические знания | Профессиональное развитие |
|---|--|--|--|--|---|-----------------------|---------------------------|
| Самооценка представлений о STEM-обучении | 1 | 0,224** 0,006 | 0,009 0,909* | -0,042 0,612* | -0,053 0,520* | -0,195* 0,017 | 0,212** 0,009 |
| Формулировка тем и составление планов уроков | — | 1 | 0,741** | 0,719** | 0,708** | 0,918** | 0,899** |
| Изучение школьниками теоретических основ | — | — | 1 | 0,918** | 0,882** | 0,710** | 0,654** |
| Проектирование и создание конечного продукта | — | — | — | 1 | 0,926** | 0,690** | 0,648** |
| Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | — | — | — | — | 1 | 0,684** | 0,635** |
| Педагогические знания | — | — | — | — | — | 1 | 0,885** |
| Профессиональное развитие | — | — | — | — | — | — | 1 |

Корреляция Пирсона:

значимость (двусторонняя)

** $p < 0,01$;

* $p > 0,1$; $N = 150$.

с двумя категориями переменных: с прослушиванием лекций специалистов и выполнением заданий, нацеленных на разработку тематики и планов STEM-уроков (табл. 3). Педагогам, принимавшим участие в программе профессионального обучения, пришлось побыть в роли учащихся, наблюдать и оценивать пробное занятие, учить и учиться — поэтому изменились и их представления, связанные с соответствующей категорией ($p < 0,01$). Менее значимая корреляция ($0,01 < p < 0,1$) наблюдается между субъективными представлениями педагогов и категорией «Педагогические знания». Поскольку включение STEM-

Таблица 4. Сравнение изучаемых величин по результатам претеста и посттеста

| № | Элементы | Претест | | Посттест | |
|---|---|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | | Среднее значение | Стандартное отклонение | Среднее значение | Стандартное отклонение |
| 1 | Самооценка представлений о STEM-обучении | 1,43 | 0,680 | 2,21 | 0,535 |
| 2 | Формулировка тем и составление планов уроков | 3,00 | 0,776 | 3,20 | 0,562 |
| 3 | Изучение школьниками теоретических основ | 3,10 | 0,827 | 3,30 | 0,672 |
| 4 | Проектирование и создание конечного продукта | 3,02 | 0,788 | 3,24 | 0,633 |
| 5 | Совместная работа с конечным продуктом и его оценивание | 3,01 | 0,794 | 3,14 | 0,633 |
| 6 | Педагогические знания | 3,01 | 0,795 | 3,20 | 0,589 |
| 7 | Профессиональное развитие | 3,05 | 0,827 | 3,19 | 0,589 |

тематики в практику преподавания — дело для участников новое, некоторые элементы категории «Педагогические знания» они сочли неважными: например, четвертый элемент («Учитель обращается за помощью к коллегам, преподающим другие дисциплины, если школьники испытывают затруднения, выполняя задания, связанные с этими дисциплинами»). Возможно, в рамках существующей практики преподавания отдельных предметов такой подход трудно воспринять. Кроме того, не исключено, что продолжительность программы профессионального обучения и/или продолжительность и частота практических занятий были недостаточными и поэтому не повлияли на субъективные представления педагогов. Значимые взаимосвязи между переменными, связанными с оценкой внедрения STEM-обучения, по результатам посттеста были такими же, как и по результатам претеста.

Сравнение средних значений и стандартных отклонений изучаемых величин по результатам претеста и посттеста приведено в табл. 4.

Значения шкалы для первого элемента, находящиеся в диапазоне от 0 до 4, отражают: в первом случае — отсутствие понимания концепции STEM-образования, во втором — всестороннее понимание, тогда как другие элементы оцениваются по шкале от 0 («не нужно») до 4 («очень нужно»). Таким образом, цена деления обеих шкал — 0,8. Все элементы табл. 4 со второго по седьмой были нормированы по первичной шкале путем усреднения суммарных значений компонентов. Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что учителя изменили оценку собственных представлений о STEM-обучении: если в начале

программы профессионального обучения они выбирали вариант «знаю, но не понимаю», то по окончании тренинга оценивали себя уровнем выше — «понимаю в общих чертах».

Все элементы, относящиеся к категориям предметных знаний, педагогических знаний и профессионального развития, участники сочли «нужными» в предварительном опросе, а по окончании курса изменили оценку на «очень нужно» для трех элементов. В процессе обучения педагоги приобрели некоторый опыт и стали оценивать виды деятельности в рамках категорий «Изучение школьниками теоретических основ», «Проектирование и создание конечного продукта», «Формулировка тем и составление планов уроков» и, наконец, «Педагогические знания» как принципиально важные. Однако корреляции между двумя первыми элементами и их оценкой со стороны педагогов нет, а между последним элементом и его оценкой есть даже негативная корреляция.

Чтобы определить характеристики переменных величин инструмента, мы использовали утилиту проверки нормальности программы *SPSS*. Уровень значимости по результатам теста Шапиро — Уилка менее 0,05 для всех элементов, данные распределены ненормально. Поэтому был использован критерий знаковых рангов Уилкоксона, который показал p -значение менее 0,05 для категорий «Самооценка представлений о STEM-образовании», «Общая оценка», «Проектирование и создание конечного продукта». Результаты подтвердили, что различия между представлениями педагогов о STEM-образовании в начале и в конце тренинга являются значимыми.

Анализ ответов на открытые вопросы показал, что участники программы профессиональной подготовки оценили ее как весьма полезную. Многие подтвердили, что практический опыт является важным ресурсом, а также отметили энтузиазм и методическую помощь специалистов, проводивших тренинг. Некоторые педагоги выразили желание принять участие в летних обучающих курсах, которые меньше повлияют на текущую работу. Другим нужно было больше времени на изучение документальных материалов, а также не хватало обучающих видео и учебных сценариев. Они выразили надежду, что в следующем учебном курсе будет больше практических примеров для математики и других научных дисциплин, а не только для физики и химии. Критерии создания конечного продукта также требуют дополнительного критического анализа. Некоторые участники сообщили, что процесс технического проектирования показался им неоднозначным, поскольку основное внимание уделяется конечному продукту как таковому, а не теоретическим знаниям, которые школьники должны иметь, чтобы объяснить, каким образом создать этот конечный продукт. С другой стороны, конечный продукт рассматривали как своего рода каркас для освое-

ния школьниками новых знаний или применения старых, уже имеющихся. С его помощью школьники, прибегая к знаниям и навыкам из разных областей, выполняют поставленные задачи, в том числе связанные с сотрудничеством и проявлением других навыков XXI в. [Bybee, 2010; National Research Council, 2011; 2012].

Некоторым педагогам показалась трудной разработка комплексных тем и видов проектировочной деятельности. Учителя привыкли мыслить и работать в рамках отдельного учебного предмета, не связывая его с проблемами реального мира, и этот стереотип деятельности препятствовал творческому подходу. Большинство педагогов не обучались преподаванию интегрированных учебных дисциплин и не имели опыта инженерно-технического проектирования, поэтому о процессах разработки и изготовления конечного продукта не знали ничего [Brophy et al., 2008; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. Хотя в ходе программы профессиональной подготовки учителя приобрели некоторый опыт, им нужно было больше времени, чтобы практиковаться у себя в школах вместе с коллегами, — в программе такая практика не предусматривалась, целесообразность такого этапа тренинга следует учесть в рамках более продолжительного обучающего курса, например летнего [Garet et al., 2001; Lesseig et al., 2016].

Чтобы выяснить, какие еще факторы влияют на скрытые переменные «Самооценка представлений о STEM-образовании» и «Общая оценка», был проведен корреляционный тест на основе данных опроса. По окончании курса мы попросили учителей оценить использованные в ходе обучения документальные материалы, оборудование, а также преподавание, продолжительность тренинга и время его проведения по шкале от 0 («плохо/неадекватно») до 3 («хорошо/весьма адекватно»). Самые высокие оценки педагоги дали преподавателям (среднее = 2,07, стандартное отклонение = 1,12), далее идут документальные материалы (среднее = 1,82, стандартное отклонение = 0,925), продолжительность программы (среднее = 1,72, стандартное отклонение = 0,922), оборудование (среднее = 1,66, стандартное отклонение = 0,934) и, наконец, время проведения (среднее = 1,34, стандартное отклонение = 1,07). Высокие оценки учителей в категориях «Общая оценка» и «Самооценка представлений о STEM-образовании» ($p < 0,01$ и $p < 0,05$) — это в основном заслуга преподавателей и других специалистов, участвовавших в тренинге (табл. 5). Другие условия программы также повлияли на высокую оценку участниками собственных представлений о STEM-образовании, но не на общую оценку. Условия проведения программы профессиональной подготовки напрямую отразились на данных. На учителей произвел впечатление энтузиазм преподавателей и их помощников, разра-

Таблица 5. Корреляция величин и оценок (посттест)

| Элементы | Самооценка представлений о STEM-обучении | Общая оценка | Оценка документальных материалов | Оценка оборудования | Оценка преподавателей | Оценка продолжительности | Оценка времени проведения |
|--|--|----------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Самооценка представлений о STEM-обучении | 1 | 0,094 0,252 | 0,270** 0,001 | 0,275** 0,001 | 0,236** 0,004 | 0,289** 0,000 | 0,255** 0,002 |
| Общая оценка | — | 1 | 0,012 0,885 | 0,154 0,061 | 0,209* 0,11 | 0,028 0,738 | –0,050 0,544 |
| Оценка документальных материалов | — | — | 1 | 0,455** 0,000 | 0,304** 0,000 | 0,477** 0,000 | 0,346** 0,000 |
| Оценка оборудования | — | — | — | 1 | 0,269** 0,001 | 0,515** 0,000 | 0,536** 0,000 |
| Оценка преподавателей | — | — | — | — | 1 | 0,288** 0,000 | 0,309** 0,000 |
| Оценка продолжительности | — | — | — | — | — | 1 | 0,505** 0,000 |
| Оценка времени проведения | — | — | — | — | — | — | 1 |

Корреляция Пирсона:

** корреляция

значима на уровне
0,01 (двусторонняя);

* корреляция

значима на уровне
0,05 (двусторонняя).

ботавших примерные сценарии уроков. Они охотно делились опытом и даже рассказывали о трудностях внедрения в обучение STEM-тематики и разработок, тем самым помогая участникам уверенней двигаться вперед. Учителя работали в группах с коллегами из собственных школ — а значит, имели возможность обдумать, как внедрить STEM-тематику в программу конкретной школы. На первом этапе педагогам потребовалось создать эскиз и опытную модель продукта в качестве образца для группового учебного сценария. Предполагалось, что продукт будет изготовлен в основном вручную, при этом учтена местная специфика, использованы доступные материалы. Выдвигая такое требование, создатели программы рассчитывали на то, что, формулируя интегративную тематику для STEM-урока, учителя смогут проявить гибкость и воображение, и этот опыт станет для участников тренинга хорошим примером самостоятельной разработки предметного содержания и учебного плана. Многие учителя — участники программы, однако, поняли замы-

сел организаторов, они жаловались на нехватку оборудования и другие проблемы.

Возникали в ходе тренинга и разногласия, и неясности. Учителей заботил вопрос, какова роль их предмета в разработке комплексных STEM-уроков. Некоторым казалось затруднительным связывать содержание учебников с реальными жизненными задачами. Другие считали, что работать совместно могут только учителя, преподающие один и тот же предмет. В этом случае руководители тренинга перераспределяли группы, объединяя в их составе разных учителей-предметников. Есть эмпирические свидетельства того, что совместная работа учителей, преподающих разные предметы, позитивно влияет на внедрение STEM-обучения [Stohlmann, Moore, Roehrig, 2012; Thibaut et al., 2018]. Этот тезис, однако, далеко не всегда подтверждался на практике. Другой проблемой стала дискуссия по поводу внедрения STEM-проблематики в преподавание естественно-научных дисциплин. Некоторые участники заявляли, что исследовательское обучение в этом случае более целесообразно, чем инженерно-техническое проектирование. Руководителям тренинга пришлось показать, в каких условиях при изучении STEM-тематики приемлемо применение инженерно-технического проектирования, в каких — исследовательского обучения или комбинации двух этих технологий.

В ходе исследования мы получили ответы на два основных его вопроса: изменились ли субъективные представления педагогов вьетнамских средних школ о STEM-образовании после участия в программе профессиональной подготовки в рамках проекта *SESDP2* и если да, то по какой причине. Однако схема проведения нашего исследования предполагает и некоторые ограничения. Первое: все измерения основаны на данных самоотчетов. А значит, возможно, имело место влияние локального контекста и эмоционального настроения участников, поэтому нельзя исключать ковариацию показателей, обусловленную человеческим фактором. Полученные данные следует дополнить объективными измерениями, отслеживая, например, деятельность и достижения участников, оценивая конечные продукты этой деятельности.

Некоторые характеристики участников не отразились на корреляции величин, в том числе возраст, опыт преподавания, предмет специализации, хотя есть сведения, что указанные факторы влияют на представления педагогов и методы их работы [Southerland et al., 2012; Thibaut et al., 2018; Wang, Moore, Roehrig, 2011]. Возможно, это объясняется количеством изучаемых элементов и размером выборки (например, мы изучили 37 позиций и привлекли для этого 150 участников, тогда как в рамках другого исследования изучалось 75 позиций с привле-

3.3. Ограничения и перспективы исследования

чением 254 участников [Thibaut et al., 2018]). Для дальнейшего изучения динамики субъективных представлений учителей о комплексном STEM-образовании и внедрения его на практике следует учесть и другие факторы, в том числе относящиеся к классной работе, например учебные результаты школьников, методики обучения, а также совместную деятельность педагогов местных школ.

4. Заключение В рамках нашего исследования была поставлена задача изучить, как меняются субъективные представления учителей вьетнамских средних школ о STEM-образовании, и объяснить эти изменения. Мы рассмотрели шесть скрытых переменных, соответствующих определенным категориям в сценарии обучения, основанного на инженерно-техническом проектировании и профессиональном развитии. Самооценка участниками программы представлений о STEM-обучении после прохождения тренинга обнаружила устойчивую значимую корреляцию с тщательным инструктированием и деятельностью в рамках офлайн-этапа программы профессиональной подготовки — в категориях «Формулировка тем и составление планов уроков» и «Профессиональное развитие». Однако для других скрытых переменных аналогичных корреляций не выявлено, что ставит под сомнение адекватность применения метода самооценки в данном случае. Тем не менее самооценка представлений о STEM-образовании позволяет судить о позитивных изменениях по следующим категориям: предметные знания, педагогические знания и знания в области профессионального развития. Такие результаты дают основания для вывода об эффективности и целесообразности проведенного обучающего курса, чему в значительной мере способствовали преподаватели тренинга и применяемые ими методики, а также поддержка участников в ходе обучения. Мы учли некоторые пожелания, высказанные в ходе опроса, в том числе о необходимости обучающих видеороликов и примерных учебных сценариев. Однако, судя по результатам ранее проведенных исследований, изменить установки участников в отношении STEM-образования может не только выполнение их запросов к организации обучения, но и непосредственная работа с этими установками в ходе профессионального обучения, в результате которой активнее выполняются задания и используется практический опыт [Aalderen-Smeets, Walma van der Molen, 2015].

По итогам исследования можно рекомендовать расширить поддержку педагогов на местах, в городах, где они проживают, чтобы дать им возможность в комфортной обстановке, общаясь с коллегами и учащимися, разрабатывать и внедрять в обучение STEM-тематику и учебные сценарии, тесно связанные с мест-

ными условиями, а значит, более осмысленные и полезные для школьников. Более длительное обучение может быть организовано в условиях школ, где привычная среда способствует росту уверенности педагогов и обеспечивает им преимущества [Garet et al., 2001; Nadelson et al., 2012; Thibaut et al., 2018].

Литература

1. Alderen-Smeets S.I. van, Walma van der Molen J. H. (2015) Improving Primary Teachers' Attitudes toward Science by Attitude-Focused Professional Development // *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 52. No 5. P. 710–734.
2. Asghar A., Ellington R., Rice E., Johnson F., Prime G. M. (2012) Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. Vol. 6. No 2. P. 85–125. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
3. Banks F., Barlex D. (2014) *Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet the Challenge*. London: Routledge.
4. Basham J. D., Israel M., Maynard K. (2010) An Ecological Model of STEM Education: Operationalizing STEM for All // *Journal of Special Education Technology*. Vol. 25. No 3. P. 9–19.
5. Bland J. M., Altman D. G. (1997) Statistics Notes: Cronbach's Alpha // *British Medical Journal*. Vol. 314. No 7080. P. 572.
6. Brophy S., Klein S., Portsmouth M., Rodgers C. (2008) Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms // *Journal of Engineering Education*. Vol. 97. No 3. P. 369–387. DOI:10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x.
7. Bybee B. W. (2010) Advancing STEM Education: A 2020 Vision // *Technology and Engineering Teacher*. Vol. 70. No 1. P. 30–35.
8. Darling-Hammond L., Youngs P. (2002) Defining «Highly Qualified Teachers»: What Does «Scientifically-Based Research» Actually Tell Us? // *Educational Researcher*. Vol. 31. No 9. P. 13–25.
9. Daugherty J. L. (2010) Engineering Professional Development Design for Secondary School Teachers: A Multiple Case Study // *Journal of Technology Education*. Vol. 21. No 1. P. 10–24.
10. Duncan D., Oware E., Cox M., Diefes-Dux H. (2007) Program and Curriculum Assessment for the Institute for P-12 Engineering Research and Learning (Inspire) Summer Academies for P-6 Teachers. Paper Presented at the 2007 Annual Conference & Exposition (Honolulu, Hawaii). P. 12.1189.1–12.1189.19.
11. Garet M. S., Porter A. C., Desimone L., Birman B. F., Yoon K. S. (2001) What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers // *American Educational Research Journal*. Vol. 38. No 4. P. 915–945.
12. Hair J., Black B., Babin B., Anderson R. (2010) *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
13. Honey M., Pearson G., Schweingruber H. (eds) (2014) *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press.
14. Kelley T. R., Knowles J. G. (2016) A Conceptual Framework for Integrated STEM Education // *International Journal of STEM Education*. Vol. 3. No 1. P. 1–11.
15. Lesseig K., Nelson T. H., Slavitt D., Seidel R. A. (2016) Supporting Middle School Teachers' Implementation of STEM Design Challenges // *School Science and Mathematics*. Vol. 116. No 4. P. 177–188.

16. Marginson S., Tytler R., Freeman B., Roberts K. (2013) STEM: Country Comparisons. International Comparisons of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education. Final Report. Melbourne: Australian Council of Learned Academies. <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf>
17. Moore T. J., Guzey S. S., Brown A. (2014) Greenhouse Design to Increase Habitable Land: An Engineering Unit // *Science Scope*. Vol. 37. No 7. P. 51–57.
18. Nadelson L. S., Seifert A., Moll A. J., Coats B. (2012) i-STEM Summer Institute: An Integrated Approach to Teacher Professional Development in STEM // *Journal of STEM Education: Innovation and Outreach*. https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.ru/&httpsredir=1&article=1092&context=cifs_facpubs
19. National Research Council (2012) A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: National Academies Press.
20. National Research Council (2011) Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: National Academies Press.
21. OEDC (2018) TALIS 2018. Country Note — Viet Nam. http://www.oecd.org/countries/vietnam/TALIS2018_CN_VNM.pdf
22. Ring E. A., Dare E. A., Crotty E. A., Roehrig G. H. (2017) The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education throughout an Intensive Professional Development Experience // *Journal of Science Teacher Education*. Vol. 28. No 5. P. 444–467.
23. Roehrig G. H., Moore T. J., Wang H. H., Park M. S. (2012) Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration // *School Science and Mathematics*. Vol. 112. No 1. P. 31–44. DOI:10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x.
24. Sadle P. M., Sonnert G., Hazari Z., Tai R. (2012) Stability and Volatility of STEM Career Interest in High School: A Gender Study // *Science Education*. Vol. 96. No 3. P. 411–427.
25. Shulman L. S. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching // *Educational Researcher*. Vol. 15. No 2. P. 4–14.
26. Southerland S. A., Nadelson L., Sowell S., Saka Y., Kahveci M., Granger E. M. (2012) Measuring One Aspect of Teachers' Affective States: Development of the Science Teachers' Pedagogical Discontentment Scale // *School Science and Mathematics*. Vol. 112. No 8. P. 483–494.
27. Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. (2012) Considerations for Teaching Integrated STEM Education // *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. Vol. 2. No 1. P. 28–34. DOI:10.5703/1288284314653.
28. Thibaut L., Knipprath H., Dehaene W., Depaepe F. (2018) The Influence of Teachers' Attitudes and School Context on Instructional Practices in Integrated STEM Education // *Teaching and Teacher Education*. Vol. 71. No 1. P. 190–205.
29. Tytler R. (2007) Re-Imagining Science Education: Engaging Students in Science for Australia's Future. Camberwell: Australian Council for Educational Research (ACER).
30. Wang H.-H., Moore T. J., Roehrig G. H. (2011) STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice // *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. Vol. 1. No 2. Art. No 2.
31. Williams J. (2011) STEM Education: Proceed with Caution // *Design and Technology Education: An International Journal*. Vol. 16. No 1. P. 26–35.

32. Yasar S., Baker D., Robinson-Kurpius S., Krause S., Roberts C. (2006) Development of a Survey to Assess K-12 Teachers' Perceptions of Engineers and Familiarity with Teaching Design, Engineering, and Technology // Journal of Engineering Education. Vol. 95. No 3. P. 205–215.

Transformative Perceptions of In-Service Teachers towards STEM Education: The Vietnamese Case Study

Authors **Nguyen Hoai Nam**

PhD in Theoretical Physics, Associate Professor in Philosophy and Methodology of Technology Education and Vice Dean of the Faculty of Technology Education, Hanoi National University of Education. Address: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: namnh@hnue.edu.vn

Le Xuan Quang

PhD in Philosophy and Methodology of Technology Education, Lecturer of the Faculty of Technology Education, Vice Director of University of Education Publishing House, Hanoi National University of Education. Address: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: quanglx@hnue.edu.vn

Nguyen Van Hien

PhD in Philosophy and Methodology of Biology Education, Associate Professor in Philosophy and Methodology of Biology Education of the Faculty of Biology, Hanoi National University of Education. Address: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: hiennv@hnue.edu.vn

Nguyen Van Bien

PhD in Philosophy and Methodology of Physics Education, Associate Professor in Philosophy and Methodology of Physics Education of the Faculty of Physics. Address: 136 Xuanthuy, Caugiay, Hanoi, Vietnam. E-mail: biennv@hnue.edu.vn

Nguyen Thi Thu Trang

PhD in Material Chemistry, Director of STEM Education Center, Lecturer of the Faculty of Chemistry, Ho Chi Minh City University of Education. Address: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: thutrang@hcmup.edu.vn

Thai Hoai Minh

PhD in Philosophy and Methodology of Chemistry Education, Vice Dean of the Faculty of Chemistry, Ho Chi Minh City University of Education. Address: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: minhth@hcmue.edu.vn

Le Hai My Ngan

PhD Student in Philosophy and Methodology of Physics Education, Lecturer of the Faculty of Physics, Ho Chi Minh City University of Education. Address: 280 Anduongvuong, District 5, Hochiminh city, Vietnam. E-mail: nganlhm@hcmue.edu.vn

Abstract Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education has attracted numerous concerns of scholars and governments. In order to implement the school curriculum on the approach of STEM education, the training of in-service teachers plays an important role. This study conducted the transformative perception of Vietnamese in-service teachers in secondary schools towards STEM education after they had participated in the teacher professional development program (TDP) on engineering designed-based approach hold on by the Second Upper Secondary Education Development Project 2. Having two separate online and offline phases, the course was designed under the format of TDP developed by Gareth et al. In order to assess participants' demographics and their perceptions on STEM education, the instrument was generated

on the basis of modification from several previous studies upon engineering design-based learning and to adapt the theme of STEM content knowledge (CK) and STEM pedagogical content knowledge (PCK) for in-service teachers. Full data sets were conducted with 150 participants from 11 provinces of Vietnam who had completed all surveys with the help of Google Form at the beginning and the end of TDP's offline phase. The data were cleaned, then analyzed with SPSS version 20 to assure the validity and reliability. Findings from this study show the positive effectiveness and suitability of the course on the in-service teachers' attitudes towards STEM education, which consequently allow to suggest the future similar courses design.

STEM education, perception, attitude, in-service teacher, training, teacher professional development program, TDP.

Keywords

Aalderen-Smeets S.I. van, Walma van der Molen J. H. (2015) Improving Primary Teachers' Attitudes toward Science by Attitude-Focused Professional Development. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 52, no 5, pp. 710–734.

References

Asghar A., Ellington R., Rice E., Johnson F., Prime G. M. (2012) Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, vol. 6, no 2, pp. 85–125. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1349>

Banks F., Barlex D. (2014) *Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet the Challenge*. London: Routledge.

Basham J. D., Israel M., Maynard K. (2010) An Ecological Model of STEM Education: Operationalizing STEM for All. *Journal of Special Education Technology*, vol. 25, no 3, pp. 9–19.

Bland J. M., Altman D. G. (1997) Statistics Notes: Cronbach's Alpha. *British Medical Journal*, vol. 314, no 7080, pp. 572.

Brophy S., Klein S., Portsmore M., Rodgers C. (2008) Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*, vol. 97, no 3, pp. 369–387. DOI:10.1002/j.2168–9830.2008.tb00985.x.

Bybee B. W. (2010) Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, vol. 70, no 1, pp. 30–35.

Darling-Hammond L., Youngs P. (2002) Defining “Highly Qualified Teachers”: What Does “Scientifically-Based Research” Actually Tell Us? *Educational Researcher*, vol. 31, no 9, pp. 13–25.

Daugherty J. L. (2010) Engineering Professional Development Design for Secondary School Teachers: A Multiple Case Study. *Journal of Technology Education*, vol. 21, no 1, pp. 10–24.

Duncan D., Oware E., Cox M., Diefes-Dux H. (2007) Program and Curriculum Assessment for the Institute for P-12 Engineering Research and Learning (Inspire) Summer Academies for P-6 Teachers. Paper Presented at the *2007 Annual Conference & Exposition (Honolulu, Hawaii)*, pp. 12.1189.1–12.1189.19.

Garet M. S., Porter A. C., Desimone L., Birman B. F., Yoon K. S. (2001) What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*, vol. 38, no 4, pp. 915–945.

Hair J., Black B., Babin B., Anderson R. (2010) *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Honey M., Pearson G., Schweingruber H. (eds) (2014) *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press.

- Kelley T. R., Knowles J. G. (2016) A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, vol. 3, no 1, pp. 1–11.
- Lesseig K., Nelson T. H., Slavit D., Seidel R. A. (2016) Supporting Middle School Teachers' Implementation of STEM Design Challenges. *School Science and Mathematics*, vol. 116, no 4, pp. 177–188.
- Marginson S., Tytler R., Freeman B., Roberts K. (2013) *STEM: Country Comparisons. International Comparisons of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education. Final Report*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies. Available at: <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf> (accessed 10 May 2020).
- Moore T. J., Guzey S. S., Brown A. (2014) Greenhouse Design to Increase Habitable Land: An Engineering Unit. *Science Scope*, vol. 37, no 7, pp. 51–57.
- Nadelson L. S., Seifert A., Moll A. J., Coats B. (2012) i-STEM Summer Institute: An Integrated Approach to Teacher Professional Development in STEM. *Journal of STEM Education: Innovation and Outreach*. Available at: https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.ru/&httpsredir=1&article=1092&context=cifs_facpubs (accessed 10 May 2020).
- National Research Council (2012) *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (2011) *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- OEDC (2018) *TALIS 2018. Country Note—Viet Nam*. Available at: http://www.oecd.org/countries/vietnam/TALIS2018_CN_VNM.pdf (accessed 10 May 2020).
- Ring E. A., Dare E. A., Crotty E. A., Roehrig G. H. (2017) The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education throughout an Intensive Professional Development Experience. *Journal of Science Teacher Education*, vol. 28, no 5, pp. 444–467.
- Roehrig G. H., Moore T. J., Wang H. H., Park M. S. (2012) Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, vol. 112, no 1, pp. 31–44. DOI:10.1111/j.1949–8594.2011.00112.x.
- Sadle P. M., Sonnert G., Hazari Z., Tai R. (2012) Stability and Volatility of STEM Career Interest in High School: A Gender Study. *Science Education*, vol. 96, no 3, pp. 411–427.
- Shulman L. S. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, vol. 15, no 2, pp. 4–14.
- Southerland S. A., Nadelson L., Sowell S., Saka Y., Kahveci M., Granger E. M. (2012) Measuring One Aspect of Teachers' Affective States: Development of the Science Teachers' Pedagogical Discontentment Scale. *School Science and Mathematics*, vol. 112, no 8, pp. 483–494.
- Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. (2012) Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, vol. 2, no 1, pp. 28–34. DOI:10.5703/1288284314653.
- Thibaut L., Knipprath H., Dehaene W., Depaepe F. (2018) The Influence of Teachers' Attitudes and School Context on Instructional Practices in Integrated STEM Education. *Teaching and Teacher Education*, vol. 71, no 1, pp. 190–205.
- Tytler R. (2007) *Re-Imagining Science Education: Engaging Students in Science for Australia's Future*. Camberwell: Australian Council for Educational Research (ACER).

- Wang H.-H., Moore T. J., Roehrig G. H. (2011) STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, vol. 1, no 2, art. no 2.
- Williams J. (2011) STEM Education: Proceed with Caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, vol. 16, no 1, pp. 26–35.
- Yasar S., Baker D., Robinson-Kurpius S., Krause S., Roberts C. (2006) Development of a Survey to Assess K-12 Teachers' Perceptions of Engineers and Familiarity with Teaching Design, Engineering, and Technology. *Journal of Engineering Education*, vol. 95, no 3, pp. 205–215.