

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ ЗА РУБЕЖОМ

**О.В. Топоркова**

**Аннотация.** В статье представлены особенности применения технологии проектного обучения при подготовке специалистов в области техники и технологий за рубежом. Актуальность статьи обусловлена необходимостью поиска новых путей решения важных проблем современного высшего технического образования, повышения качества подготовки специалистов инженерно-технических направлений. В статье рассмотрены основные характеристики проектного обучения, представлены его теоретические основы, уточнены цели применения данной технологии при подготовке специалистов в области техники и технологий, проанализированы стратегии внедрения данной технологии в практику высшей технической школы за рубежом. В результате проведенного исследования делается вывод о целесообразности применения смешанного подхода, включающего применение технологий проектного и проблемного обучения, наряду с традиционными, при подготовке специалистов в области техники и технологий.

**Ключевые слова:** высшее техническое образование, технология проектного обучения, инженерное образование за рубежом, фасилитатор, специалист в области техники и технологий.

82

## PROJECT-BASED LEARNING IN THE PRACTICE OF A HIGHER TECHNICAL SCHOOL ABROAD

**O.V. Toporkova**

**Abstract.** The article presents some special aspects of applying project-based learning in the practice of training abroad. What makes this study topical is the need to find new ways to solve important problems of higher technical education, and to improve the quality of training specialists in engineering areas.

© Топоркова О.В., 2019



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

*The article considers the main characteristics of project-based learning, presents its theoretical foundations, clarifies the goals of applying this technology in training specialists in the field of engineering and technology, analyzes the strategies for introducing this technology into the practice of a higher technical school abroad. As a result of the study, it is concluded that it is preferable to use a mixed approach, which includes implementation of project and problem-based learning, along with traditional technologies, when training specialists in the field of engineering and technology.*

**Keywords:** *higher technical education, project-based learning, engineering education abroad, facilitator, specialist in the field of engineering and technology.*

Проблемы высшего технического образования волнуют многих современных ученых, как в России, так и за рубежом. Анализ научных публикаций показывает, что к основным проблемам современного высшего технического образования исследователи относят: отсутствие связи инженерных образовательных программ с производственной практикой, их ориентированность на содержание, в результате чего выпускники инженерно-технических факультетов заканчивают вузы с хорошими знаниями фундаментальных наук и неумением применить эти знания на практике; отсутствие достаточной проектной подготовки будущих специалистов в области техники и технологий; отсутствие у выпускников опыта командной работы; недостаточные знания студентов о социальных, экологических, экономических и правовых вопросах, которые являются частью реальности современной инженерной практики и т.п. [1–3].

Одним из возможных путей решения указанных проблем является использование образовательных технологий, соответствующих новым це-

лям и задачам, которые стоят перед высшим техническим образованием сегодня. Исследования зарубежных ученых демонстрируют, что применение проектной технологии, интеграционной, технологий проблемного обучения, активное использование информационных технологий способствуют повышению качества подготовки будущих инженеров. Цель данной статьи — систематизировать теоретическое знание и практический опыт применения проектной технологии в практике высшей технической школы за рубежом.

Технология проектного обучения широко применяется в профессиональном образовании за рубежом, в первую очередь, в высшем техническом образовании. Это обусловлено спецификой инженерной деятельности, которая неразрывно связана с проектированием.

Как следует из названия технологии, в проектном обучении процесс обучения строится на основе проектов. В соответствии с встречающимися в научной педагогической литературе определениями, проекты представляют собой комплексные задачи, основанные на сложных вопро-

сах или проблемах, которые увлекают студентов в проектирование, решение проблем, принятие решений, исследовательскую деятельность; дает студентам возможность работать относительно автономно в течение длительного периода времени; завершаясь реалистичными продуктами или презентациями [4, р. 1]. Таким образом, в основе проектного обучения лежит проблема или задача, которая служит стимулом учебной деятельности.

Важной характеристикой проектного обучения является то, что оно обычно приводит к некому конечному продукту, будь то презентация, компьютерная программа или инженерный проект. К другим характерным особенностям проектного обучения также относят аутентичные содержание и цели, аутентичную оценку, фасилитацию, а не прямое руководство со стороны преподавателя, однозначно сформулированные образовательные цели [2; 4; 5].

Аутентичное содержание и цели подразумевают, что проекты фокусируются на конкретной текущей проблеме, например, экологической или социальной, поэтому цель проекта — помочь решить реальную проблему. Такие проблемы обычно сложны и не имеют простых решений. Студентам необходимо приобрести навыки планирования ресурсов и научиться нести личную ответственность за своевременное завершение проекта. Поскольку проект обычно охватывает несколько дисциплин, ожидается, что студенты будут опираться на весь спектр своих знаний и навыков [5, р. 14].

В проектном обучении студента обычно оценивают как в процессе подготовки проекта, так и по готово-

му продукту. Хорошая учебная среда позволяет студентам экспериментировать, однако эти эксперименты не всегда могут быть удачными. Аутентичная система оценки должна поощрять такой метод проб и ошибок, а не наказывать студентов в случае неудачи [там же, р. 15].

Целями применения технологии проектного обучения исследователи считают:

- 1) развитие способностей обучающихся выполнять сложные реальные проекты;
- 2) приобретение обучающимися опыта самостоятельного обучения;
- 3) формирование проектного мышления;
- 4) стимулирование мотивации обучающихся к приобретению знаний;
- 5) развитие умения использовать приобретенные знания для решения новых задач и способностей применять эти знания в жизненных ситуациях;
- 6) развитие творческих способностей, а также способностей к аналитическому и критическому мышлению как обучающихся, так и преподавателя;
- 7) развитие необходимых компетенций: обучения в течение всей жизни, умения работать в команде, коммуникативных навыков, умения управлять проектами и др. [2, с. 6–8].

Действительно, исследования зарубежных ученых показывают, что преимуществами применения технологии проектного обучения являются активное участие студентов в процессе своего обучения, стимулирование развития критического и активного мышления. Студенты, которые участвуют в проектном обучении, обычно более мотивированы, они де-

монстрируют хорошие коммуникативные навыки. Проектное обучение также способствует развитию многих социальных навыков, требуемых от выпускников инженерных специальностей и отраженных в регулятивах аккредитационных агентств, например, в требованиях ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology — Аккредитационный совет по технике и технологиям, США) [9; 10]. Так, помимо развитых коммуникативных навыков, студенты также обнаруживают эффективные навыки командной работы, управления проектами, приверженность нормам профессиональной этики, знания в области инженерной экономики и т.д. Они лучше понимают, как применять свои знания на практике, а также различные сложные вопросы, связанные с профессиональной практикой [2; 7].

Таким образом, применение технологии проектного обучения в высшем техническом образовании способствует тому, что будущие инженеры развивают компетенции, необходимые в их профессиональной деятельности. Однако, как отмечают некоторые исследователи, студенты могут иметь менее точное понимание основ техники [2, p. 12], что, несомненно, необходимо учитывать при применении данной технологии в процессе подготовки специалистов инженерно-технических направлений.

Проектное обучение основывается на идеях, имеющих давнюю историю. Еще в начале 1900-х годов Джон Дьюи поддерживал идею «обучения посредством делания». Ученый сравнивал обучение, полученное от учителей и из текстов, с обучением, полученным из опыта. Роль учителя со-

стояла в том, чтобы выбрать и организовать полезный опыт для ученика. Идеи прагматического образования Д. Дьюи получили свое развитие в методе проектов, разработанном его учеником У. Килпатриком.

Философской основой проектного обучения является конструктивизм. Представители конструктивизма (Л. Выготский, Ж. Пиаже) объясняют, что люди конструируют свои знания через взаимодействие с окружающей средой, и конструкция знаний каждого человека различна. Таким образом, в социальном взаимодействии человек учится, создавая новые знания, опираясь на свои текущие знания. При проектном обучении студенты активно строят свои знания, участвуя в реальной деятельности, аналогичной той, в которой участвуют эксперты для решения проблем и разработки продуктов. В основе проектного обучения также лежат идеи конструкционизма. Представители конструкционизма (Э. Брукман, Я. Кафай, С. Паперт, И. Харел и др.) утверждают, что люди учатся лучше всего, если они вовлечены в создание продукта, который имеет для них личностное значение, является значимыми для создающего и окружающих.

Анализ научных педагогических публикаций отечественных и зарубежных ученых (Е.С. Полат, Г.К. Селевко; К. Chen, M. Grant, R. Savage, F. Splitt, J. Thomas и др.) позволяет выделить следующие основные концептуальные положения, лежащие в основе проектного обучения при подготовке специалистов инженерно-технических направлений:

1. В центре внимания проектного обучения находится обучающийся (принцип гуманизма).

2. Обучение строится на основе сотрудничества студентов в группе, преподавателя и студентов (принцип сотрудничества).

3. Индивидуальный подход при организации проектного обучения.

4. Обучение осуществляется через деятельность, т.е. реализуется деятельностный подход.

5. Принцип личной заинтересованности обучающегося в теме проекта.

6. Обучение студентов происходит в процессе создания лично-значимого продукта. Посредством готового продукта студенты демонстрируют то, что усвоили.

7. Большая автономия в отношении того, что изучается, поддерживает интерес студентов и мотивирует их брать на себя большую ответственность за свое обучение.

8. Выполняемые проекты должны удовлетворять следующим требованиям: 1) проекты должны занимать центральное, а не второстепенное место в образовательной программе; 2) проекты должны быть ориентированы на вопросы или проблемы, которые «заставляют» студентов сталкиваться с основными понятиями и принципами дисциплины; 3) проекты должны вовлекать студентов в конструктивистское исследование; 4) проекты в значительной степени должны быть ориентированы на студентов; 5) проекты должны быть реалистичными.

9. Необходимость системного подхода при разработке проектных решений. Системный подход к проектированию означает, что сложные системы нельзя оптимизировать, просто оптимизируя отдельные подсистемы, требуются знания о том, как подсистемы взаимодействуют

друг с другом. Студентам необходимо оценить архитектуру проектного решения и изучить взаимосвязи его функциональных требований и операционной среды.

10. В инженерном образовании важное значение также имеет принцип учета различных ограничений нетехнического характера (экономических, экологических, социальных и др.) при принятии проектного решения. Следует также принять во внимание, что в промышленности большинство проблем является открытыми по своей природе и носят междисциплинарный характер. Таким образом, необходимо, чтобы студенты тщательно рассмотрели несколько концептуальных проектных решений и определили влияние, которое эти решения могут оказать на нетехнические факторы, такие как возможная прибыль продукции или воздействие на окружающую среду. Умение распознавать и учитывать экономические, экологические и социальные последствия, связанные с техническими решениями, позволит студентам осознать, что «главная роль инженера — служение человечеству» [4; 6; 11–14].

Преподаватели, применяющие технологию проектного обучения, могут столкнуться с определенными затруднениями. Так, исследование, проведенное британскими учеными Дж. Митчеллом и Л. Роджерс, выявило, что сложными для преподавателей могут оказаться: необходимость поддержки проблемных или разобоченных групп; изменение роли преподавателя в учебном процессе — как участника коллективной работы, а не авторитета и источника знаний; необходимость передачи студентам кон-

троля над их обучением [15]. Таким образом, указанные затруднения обусловлены, главным образом, новой для преподавателей ролью фасилитатора обучения, которую они должны принять при использовании данной технологии. Развитие соответствующих навыков и умений у преподавателей, очевидно, будет способствовать достижению запланированных результатов обучения.

Исследователи выделяют три стратегии внедрения технологии проектного обучения в учебный процесс:

1) стратегия дополнения, изменение направления курса на более активное обучение в рамках существующих курсов;

2) стратегия интеграции, интеграция необходимых навыков и компетенций (например, управление проектами и сотрудничество) в существующие курсы;

3) стратегия перестройки, переосмысление роли университета в обществе и переосмысление всей учебной программы в направлении большей гибкости [16].

Проведенный анализ научных публикаций зарубежных ученых свидетельствует о том, что наиболее распространенной стратегией использования проектной технологии при подготовке будущих инженеров является стратегия дополнения [см., напр. 8; 17; 18]. Очевидно, это наиболее простая в использовании стратегия для преподавателя, который может самостоятельно применить данную технологию при обучении студентов на своем курсе. Несомненно плюсы данной стратегии в долгосрочной перспективе. Опыт преподавателей в использовании технологии проектного обучения может способ-

ствовать более серьезным изменениям уже на уровне всей образовательной программы или на институциональном уровне. В то же время к недостаткам данной стратегии исследователи справедливо относят отсутствие целостного пересмотра всей образовательной программы, в связи с чем студенты не получают необходимых инструментов для управления проектами и совместной работы [16].

В отличие от первой стратегии, стратегии интеграции и перестройки требуют системного подхода с высоким уровнем координации на системном уровне. Стратегия интеграции в значительной степени ориентирована на интеграцию требуемых компетенций и проектов в учебные планы существующих курсов, например, проектов компаний, которые чаще всего подразумевают применение междисциплинарного подхода. Для изменения образовательной программы на системном уровне необходимо определить, какие курсы выиграют от сочетания знаний по дисциплине с соответствующими интегрируемыми компетенциями и методами обучения [там же]. Таким образом, интеграционная стратегия подразумевает применение данных технологий на протяжении всего срока обучения будущих специалистов инженерно-технических направлений.

Перестройка учебной программы имеет место в случае, если вся образовательная программа реорганизуется или создается новая программа и/или новое учебное заведение. В данной стратегии важное значение имеет социальный контекст, который становится отправной точкой для обучения. Дисциплины являются отражением современных проблем в обще-

стве и представлены как социальные темы для студентов [там же].

В качестве примера последней стратегии приведем широко известную проектно-ориентированную программу подготовки специалистов инженерно-технических направлений в Ольборгском университете в Дании [2; 16]. Эта программа действует с момента основания университета в 1974 году. Все инженерные образовательные программы в этом университете реализуются в рамках общей программы первого года обучения по математике, физике и информатике, преподаваемых, в основном, в традиционном формате. Первый год также включает в себя знакомство студентов с методами проектной работы и работы в команде, которые необходимы студентам для выполнения проектной деятельности, которая занимает 50% всего времени обучения.

В оставшиеся два года для студентов-бакалавров или четыре года для магистрантов учебная программа также на 50% состоит из проектной деятельности, 25% лекций, семинаров, лабораторных занятий, которые поддерживают проектную работу, и оставшихся 25%, отводимых на занятия по фундаментальным наукам. Преподавание на основе проектов в Ольборге имеет проблемную ориентацию, и проекты часто представляют собой практические отраслевые проблемы, которые задаются студентам каждый год. Работая в группе по 5-7 человек под руководством двух преподавателей, студенты находят связь теории и методов с актуальной проблемой. Проектное задание выбирается студентами из списка проектов, одобренных преподава-

телями, и все проекты одного семестра имеют общую тему обучения. Студенты также могут самостоятельно связаться с компаниями и подготовить тему проекта в сотрудничестве с компанией и своим руководителем.

Преподаватель Ольборгского университета А. Колмос с соавтором, различают три вида проектных работ в учебной программе: учебные проекты, тематические проекты и проблемные проекты [19]. Разница между типами проектов заключается в степени контроля со стороны преподавателя и разной степени самостоятельности студентов. Учебные проекты характеризуются высокой степенью планирования и направления со стороны преподавателя. И проблема, и предметно-ориентированные методы выбираются заранее, поэтому основной задачей студентов является завершение проекта в соответствии с заданными инструкциями. Тематические проекты также обычно характеризуются довольно высокой степенью руководства со стороны преподавателя, поскольку темы и методы выбираются им заранее. В то же время определение проблемы в рамках заданной темы может зависеть от самих студентов. Проблемные проекты являются полномасштабными проектами, для которых курс действий не является детально запланированным со стороны преподавателя. Формулировка проблемы определяет выбор дисциплин и методов, а постановка проблемы вытекает из проблемно-ориентированной темы. В результате, группа может работать с различными дисциплинами и их методами [там же].

Другими примерами вузов, которые выбрали стратегию перестрой-

ки, могут служить университет Роскилле в Дании, германские университеты Бремена, Дортмунда, Ольденбурга, Берлинский технический университет, университеты Делфта и Вагенингена в Нидерландах, университет Монаша в Австралии.

К причинам перехода к полномасштабной институциональной модели исследователи относят:

- необходимость удовлетворения новых требований к результатам обучения, предъявляемых аккредитационными агентствами;
- создание более современного профиля университета, который может привлечь больше студентов;
- повышение процента студентов, которые заканчивают свое обучение вовремя;
- повышение качества обучения студентов [20].

Действительно, как уже было отмечено выше, новые требования к выпускникам инженерных специальностей, отраженные в регулятивах аккредитационных агентств, побуждают университеты находить новые подходы к обучению будущих инженеров, применять современные технологии обучения, которые доказали свою эффективность в формировании требуемых компетенций. Кроме того, применение таких технологий, очевидно, способствует повышению привлекательности вуза для абитуриентов и, как следствие, увеличению числа студентов. Повышение мотивации студентов, несомненно, содействует их большему вовлечению в процесс своего обучения и, следовательно, оказывает положительное влияние на конечные результаты. Кроме того, как показывают исследования, количество студен-

тов, которые не заканчивают свое обучение, значительно ниже в вузах, которые используют институциональную модель проектного обучения [2]. В общем и целом, результаты многочисленных зарубежных исследований [см., напр.: 3; 7; 21; 22] свидетельствуют о повышении качества обучения студентов инженерно-технических направлений при применении технологии проектного обучения.

Необходимо отметить, что в некоторых зарубежных вузах принят смешанный подход к подготовке инженеров. В таких вузах, как, например, Ольборгский университет, успешно сочетают технологии проблемного и проектного обучения, а также традиционные технологии. В начале обучения при традиционном преподавании предметов включаются элементы проблемного и проектного обучения. Сложность проектов и решаемых проблем, также как и самостоятельность студентов в обучении, увеличиваются постепенно. Такой подход позволяет в полной мере использовать преимущества каждой из технологий, в то же время нивелируя ее возможные недостатки посредством применения другой технологии. В результате студенты не только приобретают необходимые знания, которые смогут использовать в инженерной практике в долгосрочной перспективе, но и развивают компетенции, необходимые в их профессиональной деятельности. Мы считаем, что применение смешанного подхода может оказаться наиболее целесообразным при подготовке специалистов в области техники и технологий в нашей стране.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Finkel, A.* Innovative Approaches to Engineering Education, CAETS, Budapest, 27 June 2013. URL: <http://www.mernokakademia.hu/2013conf/abstrakt/3Innovative%20Approaches%20to%20Engineering%20Education%20.pdf> (дата обращения: 27.09.2019).
2. *Mills, J.E., Treagust, D.F.* Engineering Education — Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer? // Australasian Journal of Engineering Education. 2003. Vol. 3. No. 2. P. 2–16.
3. *Ríos, I.D.L., Cazorla A., Díaz-Puente J.M.* Project-based learning in engineering higher education: Two decades of teaching competences in real environments // Procedia — Social and Behavioral Sciences, 2010. Vol. 2. No. 2. P. 1368–1378.
4. *Thomas, J.W.* A review of research on PBL, 2000. URL: <https://www.asec.purdue.edu/lct/HBCU/documents/AReviewofResearchofProject-BasedLearning.pdf> (accessed: 27.09.2019).
5. *Moursund, D.* Project-based learning using information technology, Eugene, OR, International Society for Technology in Education, 1999. 141 p.
6. *Селевко, Г.К.* Энциклопедия образовательных технологий: в 2-х т. М.: НИИ школьных технологий, 2005. Т. 1. 556 с.
7. *Hadim, H.A., Esche S.K.* Enhancing the engineering curriculum through project-based learning // 2002 32nd Annual Frontiers in Education. FIE. 2002. Vol. 2. P. F3F-1–F3F-6.
8. *Helle, L., Tynjälä, P., Olkinuora, E.* Project-based learning in post-secondary education — theory, practice and rubber sling shots // Higher Education. 2006. Vol. 51. Issue 2. P. 287–314.
9. ABET Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2016–2017. URL: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2016-2017/> (дата обращения: 27.09.19).
10. ABET Criteria for Accrediting Engineering Technology Programs, 2016–2017. URL: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-technology-programs-2016-2017> (дата обращения: 27.09.19).
11. *Полат, Е.С., Бухаркина, М.Ю., Мусеева, М.В.* Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, 3-е изд., испр. и доп. М.: Академия, 2008. 272 с.
12. *Grant, M.M.* Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations // Meridian. 2002. Vol. 5. No. 1. P. 1–17.
13. *Savage, R., Chen, K., Vanasupa, L.* Integrating project-based learning throughout the undergraduate engineering curriculum // Engineering Management Review. IEEE. 2009. Vol. 37. No. 1.
14. *Splitt, F.* Environmentally Smart Engineering Education: A Brief on a Paradigm in Progress // Journal of Engineering Education. 2002. Vol. 91. P. 447–450.
15. *Mitchell, J., Rogers L.* Staff perceptions of implementing project-based learning in engineering education // European Journal of Engineering Education, 2019.
16. *Kolmos, A.* PBL curriculum strategies: From course based PBL to a systemic PBL approach / PBL in engineering education: International perspectives on curriculum change. A. Guerra, R. Ulseth, A. Kolmos (eds.). Rotterdam: Sense Publisher, 2017. P. 1–12.
17. *Etchepareborda, P., Bierzychudek M.E., Carducci L.* A project-based learning method applied to an introductory course in electronics engineering // EDUNINE 2018, 2nd IEEE World Engineering Education Conference: The Role of Professional Associations in Contemporaneous Engineer Careers, Proceedings. 2018. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8450976> (дата обращения: 27.09.19).
18. *Pucha, R.* Engagement in practice: Socio-technical project-based learning model in a freshman engineering design course / R. Pucha, C.J. Thurman, R. Yow, J. Hirsch // ASEE Annual Conference

- and Exposition, Conference Proceedings — 2018. <https://peer.asee.org/30390> (дата обращения: 27.09.19).
19. Graaff, E., Kolmos, A. Characteristics of problem-based learning // *International Journal of Engineering Education*. 2003. Vol. 5(19). P. 657–662.
  20. Kolmos, A., Graaff, E., Graaff X.Y. Diversity of PBL — PBL Learning Principles and Models / *Research on PBL practice in engineering education*. Rotterdam: SENSE publisher, 2009. P. 9–21.
  21. Bédard, D., Lison, C., Dalle, D. Problem-based and Project-based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 2012. Vol. 6. No. 2. P. 7–30.
  22. Oda, S., Inoue, M., Yamazaki, A. Assessment of Global Competency for Engineering Students in a Multicultural and Multidisciplinary Project Based Learning Course // *Proceedings — 2017 7th World Engineering Education Forum, WEEF 2017*. P. 439–443.

## REFERENCES

1. *ABET Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2016–2017*, available at: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2016-2017/> (accessed: 27.09.19).
2. *ABET Criteria for Accrediting Engineering Technology Programs, 2016–2017*, available at: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-technology-programs-2016-2017> (accessed: 27.09.19).
3. Bédard D., Lison C., Dalle D. et al. Problem-based and Project-based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence, *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2012, Vol. 6, No. 2, pp. 7–30.
4. Etchepareborda P., Bierzychudek M.E., Carducci L. “A project-based learning method applied to an introductory course in electronics engineering”, in: *EDUNINE 2018. 2nd IEEE World Engineering Education Conference: The Role of Professional Associations in Contemporaneous Engineer Careers, Proceedings — 2018*, available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8450976> (accessed: 27.09.19).
5. Finkel A., King R. “Innovative Approaches to Engineering Education”, in: *CAETS*, Budapest, 27 June 2013, available at: <http://www.mernokakademia.hu/2013conf/abstrakt/3Innovative%20Approaches%20to%20Engineering%20Education%20.pdf> (accessed: 27.09.2019).
6. Graaff E. de, Kolmos A. Characteristics of problem-based learning, *International Journal of Engineering Education*, 2003, Vol. 5(19), pp. 657–662.
7. Grant M.M. Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations, *Meridian*, 2002, Vol. 5, No. 1, pp. 1–17.
8. Hadim H.A., Esche S.K. “Enhancing the engineering curriculum through project-based learning”, in: *2002 32nd Annual Frontiers in Education, FIE*. 2002, Vol. 2, pp. F3F-1–F3F-6.
9. Helle L., Tynjälä P., Olkinuora E. Project-based learning in post-secondary education — theory, practice and rubber sling shots, *Higher Education*, 2006, Vol. 51, Issue 2, pp. 287–314.
10. Kolmos A., Graaff E., Du X.Y. “Diversity of PBL — PBL Learning Principles and Models”, in: *Research on PBL practice in engineering education*, Rotterdam, SENSE publisher, 2009, pp. 9–21.
11. Kolmos A., Guerra A., Ulseth R. “PBL curriculum strategies: From course based PBL to a systemic PBL approach”, in: *PBL in engineering education: International perspectives on curriculum change*, Rotterdam: Sense Publisher, 2017, pp. 1–12.

12. Mills J.E., Treagust D.F. Engineering Education — Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 2003, Vol. 3, No. 2, pp. 2–16.
13. Mitchell, J., Rogers L. Staff perceptions of implementing project-based learning in engineering education, *European Journal of Engineering Education*, 2019.
14. Moursund D. *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR, International Society for Technology in Education, 1999. 141 p.
15. Oda S., Inoue M., Yamazaki A. “Assessment of Global Competency for Engineering Students in a Multicultural and Multidisciplinary Project Based Learning Course”, in: *Proceedings — 2017 7th World Engineering Education Forum, WEEF 2017*, 2017, pp. 439–443.
16. Polat E.S. (ed.) *Novye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovanija. Ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij, 3-e izd., ispr. i dop.* Moscow, Akademija, 2008, 272 p. (in Russian)
17. Pucha R., Thurman C.J., Yow R., Meeds C.R., Hirsch J. “Engagement in practice: Socio-technical project-based learning model in a freshman engineering design course”, in: *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. 2018, available at: <https://peer.asee.org/30390> (accessed 27.09.19).
18. Ríos, I.D.L., Cazorla, A., Díaz-Puente, J.M., Yagüe, J.L. Project-based learning in engineering higher education: Two decades of teaching competences in real environment, *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 2010, Vol. 2, No. 2, pp. 1368–1378.
19. Savage R., Chen K., Vanasupa L. Integrating project-based learning throughout the undergraduate engineering curriculum, *Engineering Management Review, IEEE*, 2009, Vol. 37, No. 1.
20. Selevko G.K. *Enciklopedija obrazovatelnyh tehnologij: V 2 t.* Moscow, NII shkolnyh tehnologij, 2005. Vol. 1. 556 p. (in Russian)
21. Splitt F. Environmentally Smart Engineering Education: A Brief on a Paradigm in Progress. *Journal of Engineering Education*. 2002, Vol. 91, pp. 447–450.
22. Thomas J.W. *A review of research on PBL*. 2000, available at: <https://www.asec.purdue.edu/lct/HBCU/documents/AReviewofResearchofProject-BasedLearning.pdf> (accessed: 27.09.2019).

92

**Топоркова Ольга Викторовна**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Иностранные языки», Волгоградский государственный технический университет, toporkova.vstu@gmail.com

**Топоркова О.В.**, PhD in Education, Associate Professor, Chairperson, Foreign Languages Department, Volgograd State Technical University, toporkova.vstu@gmail.com