

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2019, №5, Том 7 / 2019, No 5, Vol 7 <https://mir-nauki.com/issue-5-2019.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/17PDMN519.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Топоркова О.В. Технология проблемного обучения в практике высшей технической школы за рубежом // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №5, <https://mir-nauki.com/PDF/17PDMN519.pdf> (доступ свободный).
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Toporkova O.V. (2019). Problem-based learning in higher technical education abroad. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 5(7). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/17PDMN519.pdf> (in Russian)

УДК 378

ГРНТИ 14.35.07

Топоркова Ольга Викторовна

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия

Заведующий кафедрой

Кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: Toporkova.vstu@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=619821

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56376412000>

Технология проблемного обучения в практике высшей технической школы за рубежом

Аннотация. Актуальность представленного исследования обусловлена необходимостью поиска новых путей решения проблемы несоответствия университетских образовательных программ подготовки специалистов в области техники и технологий инженерной практике.

В статье анализируется опыт применения технологии проблемного обучения при подготовке специалистов инженерно-технических направлений за рубежом. Представлены различные подходы зарубежных исследователей к определению «проблемного обучения», выявлены его основные характеристики, рассмотрены основные концептуальные положения, лежащие в его основе, анализируются цели применения технологии проблемного обучения в инженерном образовании за рубежом, приводятся трудности, с которыми сталкиваются преподаватели при применении данной технологии.

В основе технологии проблемного обучения лежит проблема профессиональной практики, которая стимулирует процесс самообучения студентов; проблемное обучение является центрированным на студенте, предполагает работу в малых группах, преподаватель выполняет роль фасилитатора обучения. В зарубежных исследованиях доказана эффективность применения технологии проблемного обучения для развития у студентов критического мышления, навыков активного слушания, решения проблем, стратегии или планирования, управления стрессом, умений работы в группе и в качестве руководителя, навыков межличностного общения и др. Применение данной технологии также способствует долгосрочному сохранению знаний и навыков, приобретенных в ходе обучения. В то же время при использовании технологии проблемного обучения студенты могут приобрести неправильные представления или неполные знания, особенно в технических науках, что делает нецелесообразным применение данной технологии в чистом виде на протяжении всей

программы обучения, оставляя возможность ее использования на отдельных курсах, а также применения элементов проблемного обучения в процессе обучения любым дисциплинам.

Ключевые слова: технология проблемного обучения; высшее техническое образование; инженерное образование за рубежом; специалисты в области техники и технологий; инженеры; цели проблемного обучения; концептуальные основы проблемного обучения; фасилитатор

Анализ отечественных и зарубежных исследований по проблемам развития инженерного образования показывает, что общей проблемой последних десятилетий ученые считают несоответствие университетских образовательных программ подготовки специалистов в области техники и технологий инженерной практике. Одним из возможных путей решения указанной проблемы является использование образовательных технологий, соответствующих новым целям и задачам, которые стоят перед высшим техническим образованием сегодня.

Несмотря на многочисленные публикации по проблемам развития высшего технического образования, практически отсутствуют исследования отечественных ученых, целенаправленно посвященных изучению зарубежного опыта применения технологии проблемного обучения при подготовке специалистов в области техники и технологий. В то же время эта технология рассматривается сегодня зарубежными исследователями как одна из наиболее значимых инноваций в профессиональном образовании [1–2].

Цель данной статьи – систематизировать теоретическое знание и практический опыт применения технологии проблемного обучения как инновационного инструментария повышения качества образования специалистов инженерно-технических направлений за рубежом.

Основные характеристики «проблемного обучения»

При определении «проблемного обучения» зарубежные исследователи акцентируют его различные характеристики. Так, Г. Барроуз и Р. Тэмблин определяют проблемное обучение как «обучение, происходящее в процессе понимания проблемы или ее решения. Проблема впервые встречается в учебном процессе и служит фокусом или стимулом для применения навыков решения проблем или рассуждения, а также для поиска или изучения информации или знаний, необходимых для понимания механизмов, ответственных за проблему, и то, как она может быть решена» [3, р. 18]. С ними согласны Д. Бауд и Г. Фелетти, которые считают, что «проблемное обучение – это способ построения и преподавания предметов с использованием проблем как стимула и фокуса активности студентов» [1, р. 2]. При этом они подчеркивают ошибочность утверждения о том, что проблемное обучение включает лишь добавление мероприятий по решению проблем в образовательные программы, ориентированные на что-то иное, поскольку оно требует проектирования программы, «ориентированной на ключевые проблемы в профессиональной практике» [Ibid].

Д. Вернон и Р. Блейк определяют проблемное обучение как технологию обучения, в которой особое значение имеют: «(1) изучение клинических случаев, реальных или гипотетических; (2) небольшие дискуссионные группы; (3) совместное независимое исследование; (4) гипотезо-дедуктивное мышление; (5) стиль преподавателя, который концентрируется на прогрессе группы, а не на передаче информации» [4, р. 550]. Несомненным достоинством данного определения является учет в нем роли преподавателя и когнитивных процессов обучающихся.

Э. Граафф и А. Колмос акцентируют важность самостоятельности студентов при проблемном обучении, определяя проблемное обучение как «способ организации учебного процесса, при котором учащиеся активно заняты самостоятельным поиском ответов» [5, p. 2]. Р. Герольд определяет проблемное обучение как технологию активного обучения, основанную на том, что обучающиеся строят свое образование при решении проблемы, размышляя над собственным опытом и работая в группах, чтобы учиться друг у друга [6, p. 1].

Таким образом, в основе технологии проблемного обучения лежит проблема профессиональной практики, которая стимулирует процесс самообучения студентов; оно является центрированным на студенте, предполагает работу в малых группах, преподаватель выполняет роль фасилитатора обучения. Поскольку процесс обучения при использовании данной технологии активизируется, в том числе, с помощью работы в небольших группах, это дает студентам возможность учиться работать вместе, как членам небольшой профессиональной команды, что, несомненно, должно способствовать развитию умения работать в команде, которое также является одним из требований к результатам обучения выпускников инженерных специальностей за рубежом.

Концептуальные положения «проблемного обучения»

Проблемное обучение основывается на идеях, имеющих давнюю историю. С древнейших времен великие учителя и философы понимали эффективность принципов, лежащих в его основе. Основоположником концепции проблемного обучения считается Дж. Дьюи, который в своем труде «Как мы мыслим» обосновывает эффективность обучения детей, основанного на решении учебной проблемы [7]. В дальнейшем идеи проблемного обучения за рубежом получили развитие в трудах Ж. Пиаже, Дж. Брунера, К. Роджерса и других. Позднее зарубежные исследователи стали также связывать принципы проблемного обучения с различными теоретическими положениями экспериментального обучения Д. Колба, рефлексивного мышления Д. Шона и социального обучения [2; 8]. Философским основанием концепции проблемного обучения считается конструктивизм [9].

К основным теоретическим положениям концепции проблемного обучения зарубежные исследователи относят следующие:

1. Проблемное обучение – это образовательный подход, при котором проблема является отправной точкой учебного процесса. Тип проблемы зависит от конкретной организации. Обычно проблемы основаны на реальных ситуациях, которые были отобраны и отредактированы в соответствии с целями образования и образовательными критериями. Однако проблема также может быть и гипотетической. Крайне важно, чтобы проблема послужила основой для процесса обучения, потому что это определяет его направление и акцентирует формулировку вопроса, а не ответ на него. Это также позволяет связать учебное содержание с контекстом, что способствует мотивации и пониманию учащихся.

2. Проблемы должны быть неструктурированными, как и проблемы в реальном мире (или они не были бы проблемами). Критическим навыком, сформированным с помощью проблемного обучения, является способность идентифицировать проблему и установить параметры для разработки ее решения. Когда проблема структурирована, студенты оказываются менее мотивированы и меньше инвестируют в разработку решения.

3. Ответственность за постановку проблемы и за основные решения зависит от того, является ли обучение, направляемым преподавателем и студентами или это самонаправленное обучение. В большинстве случаев у студентов есть возможность определить свою формулировку проблемы в рамках данной предметной области.

4. Изучение опыта также является имплицитной частью процесса обучения, в котором обучение студента строится на основе его собственных опыта и интересов. Связь постановки проблемы с индивидуальным опытом обучающихся повышает их мотивацию, поскольку создает связь с ранее сформированными у студентов взглядами и представлениями.

5. Активное обучение является центральной частью процесса проблемного обучения. Оно может мотивировать и дать студенту возможность приобрести более глубокие познания.

6. Обучение должно быть интегрировано с широким спектром дисциплин или предметов. Решение проблемы может выходить за рамки традиционных предметных границ и методов. Во время самостоятельного обучения студенты должны иметь возможность получать, изучать и интегрировать информацию из всех дисциплин, которые могут быть связаны с пониманием и решением конкретной проблемы.

7. Поскольку существует риск, состоящий в том, что проблемное обучение не обеспечивает достаточно широкий обзор предметной области, необходимо, чтобы студенты приобрели способность переносить знания, теорию и методы из ранее изученных областей в новые.

8. Групповое обучение является важным принципом. Большая часть процесса обучения проходит в группах или командах. Тем самым развивается личная компетентность, благодаря которой студенты учатся управлять процессом группового сотрудничества на всех его этапах. Студенты также получают опыт работы в команде.

9. Роль преподавателя – это, прежде всего роль куратора, наставника, который определяет конкретные образовательные цели, и чья миссия состоит в том, чтобы направлять студентов, ставя перед ними сложные, но интересные задачи.

10. Студенты должны нести ответственность за свое обучение. Мотивация учащегося возрастает, когда ответственность за решение проблемы и процесс ложится на него самого.

11. Важное значение имеет заключительный анализ того, что было получено в результате работы с проблемой, и обсуждение того, какие концепции и принципы были изучены [2; 9–10].

Представленные теоретические положения проблемного обучения четко определяют правила выбора проблемы для обучения (предпочтение отдается неструктурированной проблеме, при этом студенты должны иметь возможность сформулировать проблему самостоятельно, связать ее с собственным опытом, что повышает мотивацию студентов при использовании данной технологии); значимость междисциплинарного подхода к решению проблем (данный подход способствует более глубокому пониманию проблемы, стимулирует развитие междисциплинарных связей); важность активного обучения (использование активных методов обучения активизирует мыслительную и практическую деятельность студентов, способствует развитию их творческих способностей); роль преподавателя как фасилитатора обучения (педагог определяет образовательные цели, поощряет инициативу студентов, их самостоятельность, побуждает студентов к размышлению, создает условия для положительного межличностного взаимодействия в группе, помогает группе, сопровождая поиск решения и процесс заключительного анализа проблемы с подведением итогов); обязанности студентов быть самостоятельными и нести ответственность за свое обучение; групповую форму обучения, способствующую развитию коммуникативных навыков и умения работать в команде, необходимые будущим инженерам.

Цели «проблемного обучения»

Г. Барроуз, чья деятельность была тесно связана с началом применения технологии проблемного обучения при подготовке студентов на медицинском факультете университета Макмастера в Канаде, и Р. Тамблин из университета Макгилла целями применения технологии проблемного обучения считали: «приобретение совокупности знаний, относящихся к проблеме, и развитие или применение навыков решения проблем» [3, p. 12]. Позднее Г. Барроуз уточнил и расширил цели «проблемного обучения» следующим образом:

1. приобретение знаний, которые могут быть извлечены и использованы в профессиональной среде;
2. приобретение навыков для расширения и улучшения собственных знаний;
3. приобретение профессиональных навыков решения проблем [цит. по 11].

Без сомнения, это справедливо и для высшего технического образования.

Остановимся на указанных целях подробнее.

Реализация первой цели подтверждается исследованиями в области психологии, утверждающими, что знания, имеющие прочные отношения между новой информацией и предшествующим знанием, могут быть в дальнейшем извлечены и использованы в профессиональной среде [12]. Задача преподавателя заключается в выявлении имеющихся у студентов представлений о том или ином явлении, и в оказании им помощи в сравнении этих представлений с научным пониманием.

Вторая цель, по Барроузу, подтверждается исследованиями, в которых подчеркивается важность метапознания для процесса профессионального обучения [8; 11; 13; 14]. Роль преподавателя при использовании технологии проблемного обучения заключается в побуждении студентов размышлять над их деятельностью по решению проблем, стимулируя студентов задавать правильные вопросы вместо того, чтобы давать им готовые ответы.

В отношении третьей цели следует отметить, что, что знание контекста является наиболее важной особенностью умения решать проблемы [15]. Это делает решение проблем ситуационным и контекстно-обусловленным процессом, который зависит от глубинных знаний и опыта [18]. Следовательно, профессиональное решение проблем не может быть изучено отдельно от базы знаний в соответствующей области. В связи с этим исследователи акцентируют важность выбора соответствующих проблем, которые охватывают важнейшие концепции и теории в изучаемой области.

Особенности применения технологии проблемного обучения в практике высшего технического образования за рубежом

Не вызывает сомнения тот факт, что при реализации проблемного обучения в различных образовательных учреждениях необходимо принять во внимание ряд факторов, таких как, например, характер преподаваемой дисциплины, а также уровень развития навыков самостоятельного обучения у студентов. В зарубежной научной литературе описываются различные модели проблемного обучения, удовлетворяющие уникальным запросам практики, что свидетельствует о гибкости и широких возможностях его применения при подготовке будущих инженеров [2; 16].

Э. Грааф и А. Колмос, проанализировав ряд моделей проблемного обучения, применяемых в университетах Маастрихта (Нидерланды), Линчепига (Швеция), Ньюкасла

(Австралия) и в университете Макмастер в Онтарио (Канада), обнаружили, что представленные модели имеют следующие общие характеристики:

1. Учебный план структурирован по тематическим блокам, в которых семестр разделен на ряд периодов продолжительностью приблизительно шесть недель, и каждый период посвящен определенной теме. В каждом периоде представлен ряд кейсов для работы студентов. Студенты самостоятельно выбирают кейс для анализа. Предметные дисциплины интегрированы посредством соотнесения кейса с профессиональной практикой.

2. Процесс обучения строится на работе студентов в самонаправленных группах. Обычно группа из 8–12 студентов собирается 1–2 раза в неделю для обсуждения и анализа кейса, при этом каждый студент должен представить свою индивидуальную работу. Во время обсуждения принимается решение о дальнейшем направлении работы и задачи для каждого. Преподаватель выполняет роль фасилитатора процесса обучения, помогая работе группы и общению в ней.

3. Методы оценки должны быть совместимы с целями процесса обучения. Недостаточно просто изменить образовательный формат в рамках обычного классного обучения. Изменения в образовательном формате должны соответствовать форме экзаменов и принципам отбора материала. В противном случае студенты могут поставить своей целью подготовку к экзамену, а не решение проблемы [2, p. 659].

Комментируя последний пункт, подчеркнем, что при использовании технологии проблемного обучения основное внимание уделяется именно развитию мышления студентов, приобретению ими навыков для расширения собственных знаний и профессиональных навыков решения проблем, а не овладению ими определенным объемом готовых знаний. Поэтому традиционные методы оценки курса, такие как экзамены, могут оказаться не очень эффективными. Использование альтернативных методов оценки может помочь преодолеть разрыв между обучением и оценкой.

Проведенный анализ ряда научных публикаций зарубежных ученых, а также учебных планов некоторых университетов, использующих технологию проблемного обучения при подготовке будущих инженеров, позволяет выделить также следующие отличительные особенности применения данной технологии в практике высшей технической школы за рубежом:

1. В некоторых вузах обсуждение в группах осуществляется без преподавателя. В таком случае для того, чтобы этот процесс был успешным, используется серия семинаров, которая помогает студентам развить навыки решения проблем, а также навыки межличностного общения. Кроме того широко известна и применяется «Программа решения проблем», разработанная в университете Маастрихта, которая предполагает 7 шагов решения проблемы [12, p. 13]: (1) уточнить термины и понятия, которые трудно понять; (2) определить проблему; (3) проанализировать проблему; (4) составить перечень объяснений; (5) сформулировать учебные цели; (6) собрать дополнительную информацию; (7) сообщить новую информацию, синтезировать и проверить ее.

2. Данная технология применяется либо на одном или нескольких курсах внутри традиционной программы (например, в университете штата Пенсильвания в США), либо на серии курсов (как, например, в университете Макмастера или в университете Олборга в Дании).

3. Модели отличаются по времени, отводимому на решение проблемы. В некоторых университетах студентам предлагается одна проблема на семестр, как в университете Олборга. В этом случае проблема является неструктурированной, и помощь преподавателя в ее решении минимальна. В других университетах студентам предлагается одна проблема в неделю, например, в Маастрихтском университете. Проблема в этом случае среднеструктурирована.

Помощь преподавателя также минимальна. Модель проблемного обучения, используемая в Республиканском политехническом институте Сингапура, основывается на принципе: одна проблема в день. Очевидно, проблема в этой модели будет сруктурированной, а помощь преподавателя в ее решении будет максимальной.

Эффективность использования технологии проблемного обучения в профессиональном образовании, в том числе при подготовке будущих специалистов инженерно-технических направлений подтверждается рядом исследований зарубежных ученых [11; 17–20]. Исследователи отмечают, что использование данной технологии способствует развитию у студентов таких навыков и умений, как активное слушание, личностные учебные предпочтения, определение реальных проблем, решение проблем, навыки обучения, расширение собственного опыта, стратегии или планирования, управления стрессом, тайм-менеджмент, управление изменениями, навыки работы в группе и в качестве руководителя, навыки межличностного общения, практика эмпатии, принятия во внимание точки зрения другого человека, продуктивное сотрудничество в группе или в команде, умение творчески справляться с конфликтами, рассуждать критически и творчески, принятие более универсального или целостного подхода, навыки самооценки, самореализации, саморегуляции, самодостаточности, самостоятельного обучения, в том числе в течение всей жизни, развитию критического мышления [20–23]. Исследования также показывают, что проблемное обучение оказывается эффективнее, чем традиционное обучение, для обучения компетентных и квалифицированных практиков и для содействия долгосрочному сохранению знаний и навыков, приобретенных в ходе обучения, тогда как традиционное обучение более эффективно для краткосрочных результатов, проверяемых на экзаменах [21]. Эти исследования подтверждают реализацию целей проблемного обучения, сформулированных Г. Барроузом, которые были рассмотрены выше.

В то же время некоторые исследователи находят использование данной технологии менее эффективным, чем использование традиционных технологий. Так, например, П. Киришнер с соавторами считают, что из-за недостатка руководства со стороны преподавателя, студенты могут приобрести неправильные представления или неполные знания [24, р. 84]. С ними согласны Дж. Перренет с соавторами, которые отмечают, что использование данной технологии «не всегда может привести к построению «правильных» знаний» [11, р. 349]. Кроме того, проблемное обучение часто критикуют за то, что студенты могут оказаться неспособными дифференцировать то, что им необходимо выучить. Действительно, студенты могут не знать того, что может быть важно для них, особенно в тех областях, в которых у них нет предыдущего опыта [1]. В результате некоторые темы могут оказаться пропущенными. В то же время, в связи с тем, что математика, физика и большая часть технических наук имеют иерархическую структуру знаний, темы должны быть изучены в определенном порядке. Исследователи подчеркивают, что иерархичность технических знаний является основным препятствием для использования технологии проблемного обучения в течение всей программы обучения специалистов инженерно-технических направлений, а не в отдельных курсах [25, р. 7]. Тем не менее, мы считаем целесообразным применение элементов проблемного обучения в процессе обучения любым дисциплинам при подготовке специалистов в области техники и технологий. Успешный опыт описан в исследованиях как зарубежных, так и отечественных ученых [26–27].

Отмечаются также определенные трудности, которые могут испытывать преподаватели в связи с применением данной технологии. К ним относят:

1. гипотетическую потерю авторитета, поскольку студенты могут задавать неожиданные вопросы, на которые преподаватели не знают ответа;

2. неготовность преподавателя изменить свою традиционную роль на роль фасилитатора;
3. неготовность преподавателей делегировать ответственность студентам за их обучение;
4. меньший охват учебного материала, чем при традиционной лекции;
5. увеличение времени, необходимого для подготовки к занятиям, включая описание проблемы, оценку отчетов студентов, обратную связь, вычисление оценок с учетом самооценок студентов, их взаимоотношение и оценок преподавателем, анализ успехов и неудач группы и т. п.
6. планирование занятий с использованием технологии проблемного обучения отличается от планирования традиционных занятий, что может вызывать трудности у преподавателей, плохо знакомых с данной технологией;
7. сложности в случае необходимости замены преподавателя [2; 28–29].

В то же время, исследователи подчеркивают, что применение преподавателями технологии проблемного обучения способствует их профессиональному развитию, содействует лучшему пониманию интересов своих студентов и процессов мышления, стимулирует желание преподавателей приобретать новые педагогические знания [29–30]. Последний аспект имеет важное значение для преподавателей технических университетов, поскольку обычно преподаватели, готовящие будущих инженеров, сами являются выпускниками технических факультетов и, как правило, не имеют педагогического образования.

Выводы

Таким образом, для успешного применения технологии проблемного обучения при подготовке будущих инженеров необходимо учитывать трудности, с которыми могут столкнуться преподаватели; также требуется соответствующая подготовка преподавателей, которые не только должны хорошо знать свой предмет, но также владеть методикой проблемного обучения, понимать особенности процессов мышления своих студентов, учитывать уровень развития их навыков самостоятельного обучения и их знания фактического материала, а также характер преподаваемой дисциплины. Преподаватели должны быть готовы приобретать новые педагогические знания. Важным также представляется выбор альтернативной формы оценки, поскольку при использовании технологии проблемного обучения основное внимание уделяется именно развитию мышления студентов, а не овладению ими определенным объемом готовых знаний. Несмотря на то, что в зарубежных исследованиях доказана эффективность применения технологии проблемного обучения для развития у студентов критического мышления, навыков активного слушания, решения проблем, стратегии или планирования, управления стрессом, умений работы в группе и в качестве руководителя, навыков межличностного общения и др., при использовании данной технологии студенты могут приобрести неправильные представления или неполные знания, особенно в технических науках, что делает нецелесообразным применение данной технологии в чистом виде в течение всей программы обучения, оставляя возможность ее использования на отдельных курсах. Также представляется целесообразным применение элементов проблемного обучения в процессе обучения любым дисциплинам. Несомненно, эффективность применения данной технологии зависит от мотивации студентов, их уровня развития навыков самостоятельного обучения и знаний, а также правильно определенной проблемы, в которой учтены эти факторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boud D., Feletti G. Changing Problem-based Learning / The Challenge of Problem-based Learning, edited by D. Boud, G. Feletti. – London: Routledge, 2013 (e-book). – P. 1–14. <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315042039>.
2. Graaff E., Kolmos A. Characteristics of problem-based learning // International Journal of Engineering Education. 2003 – No. 5(19). – P. 657–662.
3. Barrows H., Tamblyn R. Problem-based learning: An approach to medical education. New York: Springer Publishing Company, 1980. – 224 p.
4. Vernon D.T.A., Blake R.L. Does problem-based learning work? A metaanalysis of evaluative research // Academic Medicine. – 1993. – No. 68. – P. 550–563.
5. Graaff E., Kolmos A. History of Problem-Based and Project-Based Learning / Management of Change – Implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering, edited by Eric de Graaff and Anette Kolmos. Rotterdam: Sense Publishers, 2007. – P. 1–8.
6. Herold R.T. [Electronic resource]. Problem Based Learning Use in Higher Education: A State University Faculty Study of PBL. – 2019. <http://hdl.handle.net/10211.3/212446>.
7. Dewey J. How we think. Boston: D. C. Heath & Co, 1910. – 228 p.
8. Gijsselaers W.H. Connecting problem-based practices with educational theory / L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers (eds.), Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1996. – P. 13–21. doi:10.1002/tl.37219966805.
9. Savery J.R. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions // Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. – 2006. – No.1(1). – P. 9–20.
10. Jonassen D. Supporting Problem Solving in PBL // Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. – 2011. – No. 5(2). – P. 95–110.
11. Perrenet J.C., Bouhuijs P.A.J., Smits J.G.M.M. The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice // Teaching in higher education. – 2000. – Vol. 5, no. 3. – P. 345–358.
12. Schmidt H. Foundations of problem based learning: Some explanatory notes // Medical Education. 1993. – No. 27. – P. 422–432.
13. Biggs J.B. The role of metacognition in enhancing learning // Australian Journal of Education. – 1988. – No. 32. P. 127–138.
14. Romainville M. Awareness of cognitive strategies: The relationship between university students' metacognition and their performance // Studies in Higher Education. – 2006. – No. 19. – P. 359–366. doi:10.1080/03075079412331381930.
15. Palumbo D. Programming language/problem-solving research: A review of relevant issues // Review of Educational Research. – 1990. – No. 60 (1). – P. 65–89.
16. Hung W. Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning // Educational Technology Research and Development. – 2011. – Vol. 59, no. 4. – P. 529–552. doi:10.1007/s11423-011-9198-1.
17. Dochy F., Segers M., Van den Bossche P. et al. Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis // Learning and Instruction. 2003. – Vol. 13. – P. 533–568.

18. Guerra A., Kolmos A. Comparing Problem Based Learning Models: Suggestions for Their Implementations / PBL across the disciplines: Research into Best Practice, edited by John Davies, Erik de Graaff, and Anette Kolmos. Aalborg: Aalborg University Press, 2011. – P. 3–16.
19. Strobel J., van Barneveld A. When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms // Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. – 2009. – Vol. 3, no.1. – P. 44–58.
20. Woods D.R., Hrymak A.N., Marshall R.R. et al. Developing problem solving skills: The McMaster problem solving program // Journal of Engineering Education. – 1997. – Vol. 86, no. 2. – P. 75–91.
21. Kolmos A., Graaff E., Du X.Y. Diversity of PBL – PBL Learning Principles and Models / Research on PBL practice in engineering education, edited by A. Kolmos, E. Graaf, X.Y. Du. – Rotterdam: SENSE publisher, 2009. – P. 9–21.
22. Newman, M.J. Problem based learning: An introduction and overview of the key features of the approach // Journal of Veterinary Medical Education // 2005. – Vol. 32, no.1. – P. 12–20. doi:10.3138/jvme.32.1.12.
23. Savin-Baden M. and Wilkie K. Challenging research in problem-based learning. – Berkshire, UK: McGraw-Hill Education, 2004. – 256 p.
24. Kirschner P.A., Sweller J., Clark R.E. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching // Educational Psychologist. – 2006. – Vol. 41, no.2. – P. 75–86.
25. 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.
26. Ravn O., Bo Henriksen L. (2017). Engineering mathematics in context – learning university mathematics through problem based learning // International Journal of Engineering Education. – 2017. – Vol. 33, no.3. – P. 956–962.
27. Рубанова Н.А., Галич Ю.Г., Долгова Л.В. К вопросу о проблемном обучении математике в технических вузах // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – No.2, <https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN219.pdf> (доступ свободный). Загл.с экрана.Яз. рус., англ.
28. Mansor A.N., Abdullah N.O., Wahab J.A. et al. Managing problem-based learning: Challenges and solutions for educational practice // Asian Social Science. – 2015. – No. 11. – P. 259–268.
29. Ribeiro L.R.C. The Pros and Cons of Problem-Based Learning from the Teacher's Standpoint // Journal of University Teaching & Learning Practice. – 2011. – No. 8(1), <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol8/iss1/4>.
30. Quinlan K.M. Effects of problem-based learning curricula on faculty learning: New lenses, new questions // Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice. – 2003. – Vol. 8, issue 3. – P. 249–259. doi:10.1023/A:1026034029468.

Toporkova Olga Viktorovna

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: Toporkova.vstu@gmail.com

Problem-based learning in higher technical education abroad

Abstract. What makes this study topical is the need to find new ways to solve the problem of mismatch between university educational programs for training specialists in engineering and technology and engineering practice.

The article analyzes the experience of application of problem-based learning in engineering education abroad. Different approaches of foreign researchers to the definition of “problem-based learning” are presented, its main characteristics are identified, the basic conceptual principles underlying this technology are examined, the goals of problem-based learning in engineering education abroad are analyzed, the difficulties that teachers face when applying this technology are given.

The heart of problem-based learning is the problem of professional practice, which stimulates the process of students’ self-education; problem-based learning is student-centered; it involves work in small groups; the teacher acts as a facilitator of learning. Foreign scientists have proven the effectiveness of problem-based learning for development of critical thinking among students, active listening skills, problem solving, strategy or planning, stress management, team work and leadership skills, interpersonal communication skills, etc. The use of this technology also contributes to long-term preservation of knowledge and skills obtained during training. At the same time, problem-based learning can cause students acquire incorrect ideas or incomplete knowledge, especially in the technical sciences, which makes it inappropriate to use in its pure form throughout the entire engineering training program. Nevertheless it can be useful to apply problem-based learning in some courses, as well as its elements in the learning process of any discipline.

Keywords: problem-based learning; higher technical education; engineering education abroad; specialists in the field of engineering and technology; engineers; goals of problem-based learning; conceptual foundations of problem-based learning; facilitator