

Модификация поведения студента и преподавателя инженерных дисциплин¹ (проект FCA+PBL=BM)²

Семушин И.В., Угаров В.В.

Ульяновский государственный университет, профессор
kentvsem@gmail.com URL:<http://staff.ulsu.ru/semushin/>

Аннотация

Статья посвящена востребованной, но в России практически не разработанной (или слабо разработанной) теме – проектно-ориентированному обучению и преподаванию. Задача, на решение которой направлена данная работа, – обеспечение образовательного процесса эффективными инструментами, побуждающими студента к действительному, активному овладению сложными инженерными дисциплинами.

Ключевые слова: проектно-ориентированное обучение и преподавание, инженерные (технические) науки, образовательная политика, образовательные системы и технологии

Введение

На протяжении многих лет в высшем образовании существует *разрыв между желаемым и действительным поведением студента, между желаемым и действительным уровнем компетентности выпускника вуза*. Эта проблема особенно тревожит на факультетах прикладного, инженерного профиля, призванного обеспечивать ресурс инновационного технологического развития страны. Она существует всегда, когда преподавание ведётся сугубо традиционно, хотя и под жёстким контролем качества. Без своевременных мер этот разрыв имеет тенденцию не только сохраняться, но и увеличиваться. Выпускники таких факультетов с переходом к задачам реальной жизни оказываются лишены устойчивой способности применять как математические методы, так и новые компьютерные средства и информационные технологии для решения актуальных задач своей специальности и своей профессии. Это наносит урон развитию Российской экономики – тех её областей, связанных с созданием новых изделий, где работают такие выпускники-«специалисты».

Некий *барьер* перед действительным, активным освоением математически насыщенных и быстроразвивающихся компьютерных, информационных технологий в среде студентов прикладных, инженерных направлений подготовки объективно существует. На идентификацию и преодоление этого барьера нацелена разработка проекта FCA+PBL=BM, название которого означает: Frontal Competitive Approach + Project Based Learning = Behavior Modification, то есть, Фронтально-соревновательный подход + Проектно-ориентированное обучение = Модификация поведения.

За рубежом преодолению этого барьера уделяют большое внимание. Хорошо известны многочисленные инициативы, направленные на укрепление математической и инженерной подготовки выпускников, на лучшее освоение студентами разнообразных компьютерных средств для более эффективной практической деятельности и для быстрой адаптации к ней. Выделим следующие наиболее значимые инициативы и проекты:

- В области математической подготовки:
 - Два обращения Лондонского Математического Общества и Королевского Статистического Общества к правительству Великобритании: «Measuring

¹ Статья опубликована в научно-практическом журнале Московское научное обозрение, 2013, 9(37), сс.3-8.

² Данный проект 26.12.2013 получил поддержку гранта РФФИ № 14-07-00665 на 2014-2015 гг.

Mathematical Problem» [1] и «Tackling the Mathematical Problem» [2], выражающие тревогу от снижения уровня математического образования и использования специалистами средств математического моделирования в Великобритании.

- Проведение специальных конференций и издание научных журналов, посвященных проблеме разрыва между возможностями, предоставляемыми математикой, и уровнем их практического освоения и использования, например:
 - ◆ Conferences of the Australasian Bridging Mathematics Network, Auckland, New Zealand и
 - ◆ New Zealand Journal of Mathematics.
- Разработка программных средств и вычислительных сред, учитывающих психофизиологические особенности рядового пользователя, не владеющего методами высокой математики, но желающего иметь под руками удобный инструмент анализа ситуаций и принятия решений в своей деятельности. В числе таких средств отметим:
 - ◆ Webmath [3]
 - ◆ Mathway [4]
 - ◆ Math Word Problems [5]
 - ◆ MathinSite [6]
 - ◆ Solver.com [7]
 - ◆ Risk Solver Platform for Education [8]
 - ◆ Solver in Excel for Microsoft [9]
 - ◆ Risk Solver Pro for Excel [10]
 - ◆ Solver SDK Platform All-In-One Optimization and Simulation for C#, VB.NET, C++, Visual Basic, Java, and MATLAB [11]
 - ◆ Premium Solver Platform for Excel [12]
 - ◆ XLMiner Data Mining Add-in For Excel [13]
- В области подготовка к инновационной инженерной, проектной деятельности:
 - Всемирная инициатива CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) – «the project intended to provide students with an education that stresses engineering fundamentals set in the context of CDIO real-world systems and products» [14]
 - The Hewlett Foundation – американский фонд с активами \$7.74 миллиардов, поддерживающий разные формы более глубокого обучения [15], включая проектно ориентированное обучение [16] (Project Based Learning (PBL)).

Дальнейший текст статьи организован следующим образом:

Раздел 1 характеризует текущую ситуацию в системе инженерного образования Российской Федерации. В разделе 2 сформулирована её основная причина – повсеместно практикуемый пассивный способ руководства. Раздел 3 отмечает момент начала перемен в этой системе. В разделе 4 дано описание инновационного проекта FCA+PBL=BM, нацеленного на модификацию поведения студента и преподавателя инженерных (технических) наук. Заключение формулирует главные выводы. В конце статьи приведена первая реакция на этот материал и выражены признательности.

1. Ситуация

В России обозначенная проблема также стоит, и стоит она давно и довольно остро. Многие преподаватели Российских университетов, осознавая это, стремятся найти инструменты улучшения ситуации. Однако ситуация в наших университетах всё-таки

резко отличается от ситуации за рубежом. Это выражается в крайне низкой мотивации наших студентов, за исключением единичных случаев, к лучшему обучению. Исключения возникают не столько благодаря нашей системе, сколько вопреки ей. Преподавателей волнует вопрос:

- Как в этой системе изменить к лучшему поведение – отношение студентов к учёбе (а также и преподавателей к преподаванию)?

Это вызвано тем, что существующие инструменты воздействия на отношение студентов к учёбе не работают или работают плохо. Практически не работают:

- ни внутрисеместровые аттестации,
- ни система экзаменационных сессий,
- ни система менеджмента качества,
- ни журналы посещаемости, которые находятся в ведении старост групп,
- ни стандартные воспитательные мероприятия.

2. Два способа и два заблуждения

Что общего у всех предпринимаемых усилий и применяемых мер воздействия, кроме того, что они не работают? – Общее то, что все усилия и меры представляют собой директивные указания преподавателю и студенту, разработанные и спущенные им «сверху».

Здесь уместно обратиться к классикам. В Послесловии к «Крейцеровой сонате» Лев Толстой пояснял [17]:

«Как есть два способа указания пути ищущему, указания путешественнику, так есть и два способа нравственного руководства для ищущего правды человека. Один способ состоит в том, что человеку указываются предметы, долженствующие встретиться ему, и он направляется по этим предметам. Другой способ состоит в том, что человеку дается только направление по компасу, который человек несёт с собой и на котором он видит всегда одно неизменное направление и потому всякое свое отклонение от него. Первый способ нравственного руководства есть способ внешних определений, правил: человеку даются определенные признаки поступков, которые он должен и которых не должен делать. Другой способ есть способ указания человеку никогда не достижимого им совершенства, стремление к которому человек сознает в себе: человеку указывается идеал, по отношению к которому он всегда может видеть степень своего удаления от него».

Первый способ заложен в основание руководства всей лестницы высшего образования в России – от самого её верха (министерство), через средние ступени (отдельный вуз, отдельный профессор) до самого низа (отдельный студент). Этот способ следует назвать *пассивным*. От любой ступени он требует лишь соблюдения извне установленных правил. Обоснованием служит постулат: «Чтобы достичь цели, необходимо следовать установленным правилам».

Следование правилам, конечно же, хорошо, но это – лишь необходимое, но отнюдь не достаточное условие: рабочие учебные программы могут лежать на полке и быть в идеальном порядке, но при этом учебный процесс может оставаться весьма далёким от идеала. Рассуждение, будто «из выполнения внешних правил автоматически следует высокое результирующее качество чего бы то ни было (в том числе и образования)» – типичный пример конверсионного заблуждения [18, с. 60]. Иными словами: *ложная импликация $p \rightarrow q$* («ЕСЛИ все рабочие учебные программы лежат на полке и находятся в идеальном порядке – это *посылка p*, ТО учебный процесс вполне хорош или идеален – это *следствие q*») подменяется её *правильной* конверсией $q \rightarrow p$ («ЕСЛИ учебный процесс идеален – теперь это *посылка q*», ТО все рабочие учебные программы находятся в идеальном порядке – теперь это *следствие p*). Язык импликации не всем понятен и может сбить с толку кого угодно, приводя к *конверсионному заблуждению*: $q \rightarrow p$, дано p ,

следовательно, q , либо, что эквивалентно, к *инверсионному заблуждению*: $q \rightarrow p$, дано $\neg q$ [не q], следовательно, $\neg p$ [не p] [18, с.70-73].

Другой способ следует назвать *активным*. Он побуждает стоящего на любой ступени лестницы образования формулировать цели и действовать самостоятельно, корректируя свой путь по собственным оценкам своего удаления от цели.

Активный способ естествен (и приятен) для человека. Пассивный способ противен человеческой природе. Он тормозит нравственное и профессиональное возрастание личности. Более того, он часто пробуждает в человеке «Рыжего Патрика» [19].

3. На пороге перемен

В России на пороге перемен (в конце восьмидесятых) министр высшего и среднего специального образования Ф.И. Перегудов инициировал перестройку учебных программ с тем, чтобы привить студентам навык «целеполагания» и стереотип самостоятельного (активного) поведения для достижения цели. Однако эти идеи не привели к заметным сдвигам. Пока они так и остаются идеями без широко распространённых рабочих инструментов. К инициативе CDIO, которая на конец августа 2013 года объединяла 97 университетов мира, присоединились лишь 7 (семь) Российских университетов. Лишь некоторые энтузиасты в РФ [20], в числе которых – рабочая группа Ульяновского государственного университета, разрабатывают PBL как инструмент изменения поведения студентов (а также и преподавателей) от пассивного к активному. Многие либо мало знают об эффективности PBL, либо знают, но избегают брать на себя лишнюю ответственность. Внедрение PBL требует от преподавателя дополнительного трудовых затрат и инициативы. Доминирующий пассивный принцип руководства ориентирован на тех исполнителей, кто предпочитает исполнять «внешние определения, правила», а не быть в творческом поиске и разработке собственных методик, – это не приветствуется.

Под руководством профессора И.В. Семушина инициативная группа УлГУ начала применять метод PBL около 10 лет назад [21-23]. Как сказано на сайте руководителя [24], Проектно Ориентированное Обучение (ПОО) мы рассматриваем как раскрытие того «КАК реализовать Фронтально Состязательный Подход (ФСП) к обучению», применяемый нами в *больших аудиториях студентов*, типичных для Российских условий. Сам же ФСП, провозглашённый нами много ранее [25], мы рассматриваем лишь как дидактическую предпосылку, отвечающую на вопрос, «*ЧТО* должно быть сделано для того, чтобы развить в студентах таланты и навыки, присущие профессионалу в области Вычислительной математики, Прикладной математики или Программной инженерии» [26]. Метод ПОО явно прописан в наших учебных пособиях [27-28] как рабочий инструмент, показавший, что применение ПОО в условиях ФСП действительно изменяет поведение студентов к лучшему [29], причём не в одном только курсе Вычислительной математики, а и в других курсах компьютерно-информационной направленности, которые мы ведём на факультете: Информатика и программирование, Языки программирования, Системное и прикладное программное обеспечение, Математическое моделирование, Моделирование сложных систем. Диапазон языков программирования здесь очень широк: от Pascal до C#, VB.NET, C++, Visual Basic, MATLAB и SciLab.

4. Инновационный проект

В отличие от других Российских разработок, которые можно найти по ссылке [20], мы ведём наши исследования и разработки не в области методических, психологических или педагогических проблем и не в области организации проектной работы в системе элитного технического образования, а в области создания *Компьютерных моделей и*

пакетов программ в проектно-ориентированном обучении, обеспечивающих: (1) учебную работу в больших регулярных аудиториях студентов, (2) количественную оценку степени приближения академических программных продуктов (АПП), то есть, программ, написанных студентами, к уровню профессиональных программных продуктов (ППП) и (3) выработку механизмов обратной связи, то есть такого воздействия на учебный процесс, которое повышает эту степень приближения АПП к ППП.

Первую задачу проекта FCA+PBL=BM мы видим в следующем:

Разработка методики и средств объективной оценки качества академических программных продуктов, а также эффективных реализаций этих средств.

Раскроем детали этой принципиальной задачи предлагаемого проекта.

4.1. Предпосылки

А. Предпосылки к сдвигам в мотивации студентов объективно существуют. По мере того как все больше и больше студентов приходят в университет, уже «поиграв» с компьютером в школе, они ожидают, что и предлагаемые им задания будут интересными, серьезными, побуждающими к действительному овладению сложным предметом.

«Секреты» привлекательности, свойственные компьютерным играм, известны [30-31]:

1. *Целеполагание.* Предусматриваются как краткосрочные, так и долгосрочные цели.
2. *Вызов.* Предусматриваются возрастающие уровни сложности, бросающие вызов и тем побуждающие к продолжению игры.
3. *Разнообразие.* Случайно генерируемые сценарии обеспечивают большое разнообразие вариантов для поддержания интереса.
4. *Поощрение.* Поощрение, такое как указание числа набранных очков или достигнутого уровня, предлагается оперативно, по мере улучшения навыков и согласно текущей общей успешности действий.
5. *Контролируемая игроком навигация.* Игроки самостоятельно осуществляют навигацию в игровой среде и по сценариям.
6. *Состязательность.* Состязание обеспечивается в реальном времени игрой не только против игровой среды, но и друг против друга.

Эти же качества пригодны к реализации и в учебном процессе. Подчеркнем – во всём учебном процессе инженерной подготовки, а не только в «компьютерных» дисциплинах, которые являются лишь частью учебного процесса.

1. *Целеполагание.* Это крайне необходимое для студента качество, определяющее его зрелость как личности, способной самостоятельно ставить цели в своем обучении и последовательно добиваться их достижения. Реформа учебных планов, выразившаяся во введении государственных образовательных стандартов в России, была вызвана именно этой проблемой – привить студенту навыки целеполагания.
2. *Вызов.* Студент должен получать для выполнения такие задания, которые не кажутся ему тривиальными, а бросают ему вызов и дают ему шанс вырасти в собственных глазах.
3. *Разнообразие.* Учебные задания должны быть столь разнообразны, чтобы давать возможность каждому студенту по-своему проявить свою изобретательность и находчивость в их выполнении при изучении одной и той же темы целой массой студентов (в потоке или группе).

4. *Поощрение*. Система оценивания учебной работы студента должна быть достаточно детализированной, чтобы даже незначительные достижения или промахи студента могли быть замечены по ходу его работы. По каждому предмету (так же как и по каждой игре) преподавателю должна даваться возможность самому объявлять свою систему оценок и правило ее перевода в общую, стандартную систему. Более того, желательно иметь бы положение, обязывающее преподавателя включать свою систему оценок в рабочую программу курса. Это дало бы возможность судить, насколько разработан курс, и учитывать это, например, при избрании на должность, как это делается в большинстве стран, но (надеемся, пока) не в России.
5. *Контролируемая студентом навигация*. Задания должны быть не только многочисленны и разнообразны по содержанию, но должны также давать студенту возможность выбирать маршрут их выполнения так, что фактически это означает выбор уровня оценки, на которую претендует студент. В процессе выполнения заданий студенту должна быть ясна перспектива оценки и возможность изменения маршрута для перехода на другой уровень, определяемый им в соответствии со своими реальными возможностями.
6. *Состязательность*. Студентам свойственно вступать в соревнование друг с другом. Особенно это заметно, когда касается овладения новинками в компьютерных программных продуктах. Если же сами задания предусматривают разработку собственных программ и составлены так, что позволяют студентам устраивать своеобразные состязания программ по тем или иным характеристикам, то это способно принести студентам истинное удовольствие и ощущение своей значимости как компьютерщиков-профессионалов. Этим инстинктом соперничества можно пользоваться, чтобы вовлечь студентов в изучение и других предметов, для которых компьютер выступает лишь как средство реализации тех или иных изучаемых методов.

И естественно, как не бывает честной игры без правил, так же без соблюдения строгих правил и установлений не может быть настоящего учебного процесса. Чем более детально разработан *академический регламент студента* (и чем строже он исполняется!), тем лучше организован и эффективнее протекает учебный процесс. А поскольку хорошая организация процесса немыслима без оперативной компьютерной обработки больших объемов информации о *каждом* его участнике, о созданных *им* программных продуктах, о предложенных *им* решениях задач, о *каждом элементе* этого процесса и также *обо всем процессе в целом*, то здесь есть большое поле для внедрения компьютерных информационных технологий (КИТ).

Б. Обеспечивая такие качества учебного процесса на факультете математических информационных технологий (МИТ), мы получаем большое количество созданных студентами академических программных продуктов (АПП).

Существенное отличие АПП от программ, созданных на профессиональной основе, состоит в том, что профессиональные продукты проходят отбор в рыночной среде. Это выражается в сильной обратной связи по качеству продукта. Академические программные продукты не имеют непосредственного контакта с рынком (связь очень слабая), их жизненный цикл заканчивается на этапе аттестации, отсутствуют этапы эксплуатации и сопровождения. О существенных отличиях навыков, прививаемых студентам в учебных аудиториях, от тех, которые нужны работодателям за пределами учебной аудитории, явно говорится во многих полезных для студентов блогах, например, SimplyHired [32]. Именно это различие мы принимаем во внимание в нашем проекте и стремимся его минимизировать, принимая за основу парадигму ПОО – Проектно Ориентированное Обучение.

Ситуация такова: оценка качества академическим продуктам даётся экспертами, в роли которых обычно выступают преподаватели соответствующих дисциплин. Свои требования к знаниям, умениям и навыкам студентов они вырабатывали с опорой на свои знания, представления и свой опыт. Однако даже при условии высокой квалификации преподавателей их требования существуют на интуитивном уровне, они индивидуальны. В результате значительный разброс требований в вузе к навыкам и умениям студентов приводит к тому, что выпускники, придя в реальную жизнь, сталкиваются с серьёзными расхождениями представлений о процессе проектирования программных продуктов в классе и на производстве. Это приводит к затратам работодателей на переподготовку для изменения сложившегося стереотипа и воспринимается ими крайне негативно.

Поэтому актуальной задачей учебного заведения является разработка методики независимой и максимально объективной оценки качества академических программных продуктов.

4.2. Возможные направления решений

Качество АПП может быть оценено по нескольким критериям, принятым в профессиональной сфере. Известно, что качественный продукт может быть получен только в качественной производственной среде. Поэтому, оценив уровень качества академических продуктов, мы получим возможность формировать оценку качества всего учебного процесса по МИТ. Если в учебном процессе по данной дисциплине применяется ПОО, появляется возможность оценить влияние данного подхода на качество обучения. На основе полученных в результате учебного процесса текстов АПП, представленных в электронном виде, преподаватели нашей инициативной группы проведут исследование параметров качества этих текстов и выявят факторы, влияющие на качество АПП.

Это – *фундаментальная задача*, требующего постоянного решения «в режиме реального времени»: (1) правильно оценивать качество АПП, (2) выявлять критические факторы этого качества, (3) модифицировать учебный процесс для улучшения качества АПП, т.е. для приближения АПП к уровню ППП. В поиске её решения мы предполагаем использовать методы определения числовых характеристик программ на основе работ М. Холстеда [33], Б. Бозма [34] и других.

Большое количество академических программных продуктов обуславливает опору на методы математической статистики, дисперсионного анализа, факторного анализа и другие методы обработки данных для определения численных характеристик программ. При этом новизна наших работ состоит в том, что нас интересует определение качества не столь отдельной академической программы, сколь большей совокупности программ, что позволит дать обобщённую оценку их качества, а, следовательно, и оценку качества всего учебного процесса по изучаемой дисциплине.

Выполнение исследований по данной теме опирается на экспериментальные данные, собираемые в ходе преподавания дисциплин “Технология программирования”, “Языки программирования и методы трансляции”, “Численные методы”, “Методы вычислений” и “Вычислительная математика” на факультете математики и информационных технологий Ульяновского государственного университета. Особенностью данной работы является полностью автоматическая обработка данных, так как результаты учебной деятельности студентов уже представлены в электронном виде (в виде текстовых файлов –исходных программных кодов АПП).

Заключение

Что дает студенту положительную мотивацию к продолжению обучения?

- В играх это успех, видимый даже в малых приращениях, немедленная обратная связь, немедленная помощь, полезные подсказки, индикаторы успеха и состязание.
- В обучении это еще и живая обстановка, поощрение творческого потенциала студента, его соревновательного инстинкта, а также заранее сообщённая студентам понятная система оценок текущей работы и окончательных результатов.

Что дает преподавателю положительную мотивацию к продолжению преподавания?

- Это наделение его творческой инициативой и свободой, – а значит, ответственностью – за проявления своей индивидуальности на многотрудном поприще передачи своих уникальных знаний.
- Это признание высокой трудоёмкости такой его деятельности, выражающееся не в перегрузке преподавателя, а наоборот, в выделении дополнительного времени и/или вознаграждения за сложную дополнительную индивидуальную работу преподавателя со студентом.

Активные стили поведения студента и преподавателя обязывают их брать на себя ответственность и затрачивать больше сил для её несения. То, что это не подкреплено условиями учёбы и труда в российских вузах, затрудняет реализацию активных стилей.

Общий способ действия, названный в этой работе *активным*, имеет глубокий смысл, означающий, на самом деле, перемену российской парадигмы высшего образования. Он необходим, чтобы по существу правильный переход на систему «бакалавр – магистр» не сводился к внешнему полированию стандартов и переписыванию рабочих программ дисциплин для соблюдения проформы. Большой переход влечёт большие средства. Он совершается не мгновенно, совершается не на бумаге, а в тонкой культуре взаимоотношений индивидов, в самоосознании и самореализации каждого участника – и студента, и преподавателя, и администратора – как активного звена в общей системе и в общем благом деле образования для будущего России.

Признательности

Развёрнутый материал по данной теме передан автором 01.09.2012 профессору Ю. В. Полянскому, Президенту Ульяновского госуниверситета и профессору А. С. Андрееву, декану факультета математики и информационных технологий в форме препринта по их просьбе. Выражаю им благодарность за внимание к этой работе.

Professor Dr. Boris S. Verkhovsky, CS Department, New Jersey Institute of Technology также проявил интерес и дал отклик на этот препринт. Он, в частности, отметил, что в NJIT готовят не специалистов, а “problem solvers” – решателей проблем. Некоторые коллеги по УлГУ на это сказали: «Главная проблема, которую решают многие наши студенты – это как сдать экзамен, обойдя все правила-препятствия». В связи с этим – признательность Честертону за его сатиру [19], написанную сто лет тому назад, на тех, кто исповедует пассивный способ руководства и игнорирует неистребимость «Рыжих Патриков».

Библиографический список

1. <http://www.engc.org.uk/ecukdocuments/internet/document\%20library/Measuring\%20the\%20Mathematic\%20Problems.pdf>
2. http://202.38.126.65/oldmirrors/www.lms.ac.uk/policy/tackling_maths_prob.pdf
3. <http://www.webmath.com>
4. <http://www.mathway.com>
5. <http://www.tutorfi.com/Math/challengingmathwordproblems>
6. <http://www.wiete.com.au/journals/GJEE/Publish/vol7no1/EdwardsEdwards.pdf>

7. <http://www.solver.com/login.htm>
8. <http://www.solver.com/platform/risk-solver-platform-for-education.htm>
9. <http://www.solver.com/upgrade-the-excel-solver.htm>
10. <http://www.solver.com/platform/risk-solver-pro.htm>
11. <http://www.solver.com/sdkplatform.htm>
12. <http://www.solver.com/xlspplatform.htm>
13. <http://www.solver.com/xlminer/>
14. http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CD8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cdio.org%2Ffiles%2Fdocument%2Ffile%2FCDIO_inter_collab.doc&ei=91MwUsV44q_hBJW4gdA&usq=AFQjCNHikpPSW7v4EE4FtKNNw2A3jkyIqA&sig2=aX7Dj8yNHOGfUWGrwXoKTg&bvm=bv.51773540,d.bGE&cad=rjt
15. <http://www.hewlett.org/deeperlearning>
16. http://www.bie.org/about/what_is_pbl/
17. Толстой Л.Н. Послесловие к «КРЕЙЦЕРОВОЙ СОНАТЕ» // http://www.kulichki.com/inkwell/text/hudlit/classic/tolstoj/sonata_posl.htm
18. Ensley D. and Crawley J.W. Discrete Mathematics. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2006. – 691 P.
19. Честертон Г.К. Перелётный кабак. / Пер. с англ. Н.Трауберг. <http://lib.ru/DETEKTIWY/CHESTERTON/kabak.txt>. – Оригинал: <http://librivox.org/the-flying-inn-by-g-k-chesterton/> (аудио). Текст: http://manybooks.net/titles/chestertother06The_Flying_Inn.html.
20. Проектно ориентированное обучение // <http://yandex.ru/yandsearch?lr=195&text=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%BE+%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5+%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5>
21. Innokenti V. Semoushin, Julia Tsyganova, Vladimir Ugarov, Computational and Soft Skills Development Through the Project Based Learning // *Lecture Notes in Computer Science* / Eds. P.M.A. Sloom, D. Abramson, A.V. Bogdanov, J.J. Dongarra, A.Y. Zomaya, Y.E. Gorbachev. – Berlin * Heidelberg * New York * Barcelona * Hong Kong * London * Milan * Paris * Tokyo: Springer. Vol. **2658**, Pt.2, 2003, pp. 1098–1106.
22. I.V. Semoushin, Ju.V. Tsyganova, V.V. Ugarov. Project Based Learning in Computational Science and Engineering // В кн.: *Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании*. Сборник научных трудов. Международная конференция 'Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании' / Ред. В.И. Левин. – Пенза: ПДЗ 2003, сс. 244–245.
23. I. V. Semoushin. Using Computer Gaming Techniques in Education // В кн.: *Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании*. Сборник научных трудов. Международная конференция 'Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании' / Ред. В. И. Левин. - Пенза: ПДЗ 2001, сс. 152-157.
24. Семушин И.В. Персональный web-сайт. – Доступен с 25 февраля 2007 г. на <http://staff.ulsu.ru/semushin/>.
25. Semushin I.V. The Frontal Competitive Approach to Teaching Computational Mathematics // The 9-th International Congress on Mathematical Education (ICME-9), July 31 – August 6, 2000, Tokyo/Makuhary, Japan.
26. Semushin I.V. The Frontal Competitive Approach to Teaching Computational Mathematics // The 2nd International Conference on the Teaching Mathematics (at the undergraduate level), 1–6 July 2002, Hersonissos, Crete, Greece / Book of Abstracts, pp. 232–233. – New York: John Wiley & Sons Inc., 2002.
27. Семушин И.В. Вычислительные методы алгебры и оценивания: учеб. пособие. – Ульяновск: УЛГТУ, 2011. – 366 С. Доступно на сайте <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2012/Semuwin.pdf>.

28. Семушин И.В. Практикум по методам оптимизации—Компьютерный курс: учеб. пособие. – Ульяновск: УлГТУ, изд. 2-е, 2003. – 146 С. Доступно на сайте http://venec.ulstu.ru/lib/2003/4_Semushin_opt2.pdf.
29. Innokenti V. Semushin, FCA+PBL=behavior modification in learning operations research // Program of the Sessions, Phoenix, AZ - Mathematical Association of America (MAA), January 7-10, 2004, pp.7–7.
30. Jeanie Dumestre, "Using Computer Gaming Technologies to Make Training and Education Software More Effective", Proceedings of SimTecT-97, pp. 447–451.
31. И.В. Семушин. Возможности компьютерных игровых технологий в преподавании. – Труды конференции ЭНИТ-2000. Ульяновск: УлГУ, 2000.
32. <http://blog.simplyhired.com/2013/09/employers-look-for-skills-found-outside-of-the-classroom.html>. – September 03, 2013.
33. Холстед М.Х. Начала науки о программах. / Пер. с англ. В.М. Юфы.– М.: Финансы и статистика, 1981.–128 с., ил.
34. Бозм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения, – М.: Радио и связь, 1985.–512с.