



© Н. Г. Кудрявцев, А. А. Темербекова

DOI: [10.15293/2226-3365.1806.11](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1806.11)

УДК 37.01+378.147:62

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА ПРОЕКТНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ КАК МЕХАНИЗМА РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ И ДЕТСКОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ

Н. Г. Кудрявцев, А. А. Темербекова (Горно-Алтайск, Россия)

Проблема и цель. Статья посвящена проблеме развития проектного подхода в системе инженерного образования. Цель работы состоит в том, чтобы определить особенности метода проектных интерфейсов как механизма развития проектного подхода в образовательном процессе и детском техническом творчестве.

Методология. Использовался системно-синергетический подход. Методическую базу исследования составляют методы феноменологического описания, интерпретации, сопоставления, проблемного и сравнительного анализа трудов отечественных и зарубежных исследователей, посвященных использованию проектного подхода в образовательной сфере. Авторы пользовались также результатами исследований продуктов творческой деятельности школьников и студентов.

Результаты. Исследуемый в работе метод проектных интерфейсов является естественным развитием проектного подхода, применяемого во всем мире на протяжении длительного времени. Авторы анализируют и обобщают условия, при которых метод проектных интерфейсов позволяет повысить эффективность работы команд над сложными проектами, развивая проектный подход процедурами декомпозиции и инкапсуляции.

Пользуясь результатами проведенного сравнительного анализа и обобщая накопленный материал исследований продуктов творческой деятельности студентов и школьников, делается вывод о роли естественной инкапсуляции в приведении в соответствие уровней сложности выполняемых образовательных проектов и степени подготовленности проектных команд. Показаны пути возможного развития проектного подхода посредством искусственного усиления инкапсуляции и унификации функциональных частей образовательных проектов. Авторы приходят к заключению о типах образовательных проектов, степени подготовленности наставников и численном составе проектных команд как перечне условий, которые позволяют получить наибольший эффект от использования в образовательном процессе метода проектных интерфейсов. Рассматриваются возможные ограничения, определяемые повышенными требованиями к наставникам и руководителям проектов. Приводится анализ методического

Кудрявцев Николай Георгиевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Горно-Алтайский государственный университет.

E-mail: ngkudr@mail.ru

Темербекова Альбина Алексеевна – доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики, психологии и социальной работы, профессор кафедры математики, физики и информатики, Горно-Алтайский государственный университет.

E-mail: tealbina@yandex.ru



эксперимента по практическому применению метода проектных интерфейсов в процессе подготовки и реализации одного из блитц-проектов, выполненных в Горно-Алтайском государственном университете.

***Заключение.** Обобщаются особенности метода проектных интерфейсов как механизма развития проектного подхода в образовательном процессе и детском техническом творчестве.*

***Ключевые слова:** проектный подход; образовательный процесс; детское техническое творчество; проектный интерфейс; декомпозиция; инкапсуляция; унификация; проектные команды.*

Постановка проблемы

Современный этап развития общества характеризуется переходом к новому технологическому укладу – созданию адаптивных промышленных производств («умных» фабрик) и гибких инфраструктур с автоматическим интеллектуальным управлением. В ближайшем будущем должны измениться системы управления энергетикой, транспортом, связью, жилищным хозяйством. Будет обеспечен переход от проектирования инфраструктуры с заданными параметрами к созданию инфраструктур, которые получают возможность самостоятельно гибко перестраивать собственную конфигурацию и оптимизировать свою деятельность.

Создание описанных выше технологий в каждой отдельно взятой стране будет во многом определяться успешностью развития системы образования, которая должна обеспечивать постоянно возрастающую потребность в квалифицированных инженерных и научных кадрах. Особенно остро эта проблема стоит в современной России.

Используемые различными образовательными системами классические методы обучения становятся для решения современных задач малоэффективными, поэтому сейчас постоянно идет поиск новых подходов,

способных передать обучающимся не только определенную сумму знаний, но и научить их профессионально решать практические высокотехнологические задачи. Большинство новых методов и образовательных концепций, которые будут рассмотрены ниже, являются вариациями проектного подхода, или метода проектов, применяемого в различных видах в системах инженерного образования многих стран уже на протяжении более сотни лет.

Начало использования проектного подхода в образовании часто связывают с американским педагогом У. Килпатриком¹, автором статьи «Метод проектов», опубликованной в 1918 г. Автором была предложена система обучения, позволяющая учащимся получать знания и овладевать умениями в процессе выполнения последовательности усложняющихся и заранее спланированных практических заданий. В истории педагогики отмечается², что идеи проектного подхода были востребованы еще до У. Килпатрика. В России, например, уже в 1905 г. упоминается о применении учебных проектов С. Т. Шацким. Об этом же свидетельствует факт основания Школы ручного обучения при Вашингтонском университете г. Сент-Луиса еще в 1879 г., где метод проектов впервые использовался в системе школьного образования.

¹ История педагогики и образования. От зарождения воспитания в первобытном обществе до конца XX в.: учебное пособие для педагогических учебных заведений / под ред. А. И. Пискунова. – 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Сфера, 2001. – С. 214.

² Сидоров С. В. Когда появился метод проектов? // Сидоров С. В. Сайт педагога-исследователя. – URL: <http://si-sv.com/publ/14-1-0-189>



В наши дни в мировой системе инженерного образования проектный подход может рассматриваться как структурная основа (framework) современного инженерного образовательного процесса, реализуемого многими ведущими вузами мира. Исследуя современные образовательные технологии, так или иначе связанные с проектным подходом [1–2], авторы обращают внимание на большое разнообразие интерпретаций и реализаций проектного подхода. Так, ведущие инженерные школы и технические университеты Азии, Европы, США, Канады, Новой Зеландии используют образовательную технологию как «обучение действием» или практико-ориентированное обучение. Понятие «обучение действием» (от англ. *action learning*) впервые было введено в оборот английским исследователем Р. Ревансом в конце 1960-х гг. Наряду с используемым выражением *action learning* в данном контексте во многих публикациях можно встретить термин *learning by doing* [3].

В системе высшего образования Германии проектный метод определяется как развитие познавательных навыков студентов, их умений самостоятельно конструировать собственные знания, а также хорошо ориентироваться в информационном пространстве. В западной системе образования также часто используется термин проектно-направленное образование (*project-led education (PLE)*). Оно нацелено на формирование навыков работы в команде, навыков изучения и решения крупномасштабных и комплексных задач в усло-

виях необходимости поиска достоверной информации [4]. Основу PLE составляет командная студенческая деятельность, включающая наряду с обучением решение достаточно серьезных открытых проектов. Базой для каждого такого проекта обычно служат несколько теоретических курсов лекций, объединенных тематической единицей учебного плана. Проектная студенческая команда предоставляет к запланированному сроку промежуточный или окончательный вариант решения проблемы и изготовленный прототип, в крайнем случае, отчет. Базовыми атрибутами такой проектной работы являются жизненный характер проблемы и реальность профессиональной ситуации. Практика показывает, что в образовательном процессе обычно используется несколько следующих друг за другом проектов³.

В ряде работ по «проблемному обучению» упоминается подход, основанный на «дизайне мышления» (*Design-Based Learning (DBL)*) [5–6]. DBL ставит своей целью пробуждение творческих способностей школьников и студентов и их побуждение к развитию познавательной деятельности путем участия в разработке определенных изделий. В основном этот подход используется в старших классах школы, существуют примеры его успешного применения в высших учебных заведениях, особенно инженерной направленности.

Еще один вариант использования проектного метода в европейском высшем образовании – «Европейский проектный семестр» (*European Project Semester (EPS)*)⁴. Для реализации EPS заранее перед началом семестра у

³Weenk W., van der Blij M. PLEE Methodology and Experiences at the University of Twente. In: L. Z. Campos (Ed.), *Project approaches to learning in engineering education: the practice of teamwork* (pp. 29–52). Springer. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6091-958-9_4

⁴ Andersen A. The European Project Semester: A Useful Teaching Method in Engineering Education. In: Campos L.C., Dirani E.A.T., Manrique A.L., Hattum-Janssen N. (eds) *Project Approaches to Learning in Engineering Education*. SensePublishers, Rotterdam. Available at: <https://www.sensepublishers.com/media/803->



представителей бизнеса собирают заявки на проекты, которые затем предлагаются как варианты вузам-участникам, а затем студентам, которые учатся работе в международных командах. Эта инициатива готовит студентов к деятельности в условиях глобальной кооперации и к выполнению сложных, в том числе нетехнических, задач. Длительность такого проекта составляет примерно 15 недель.

В современных зарубежных статьях по инженерному образованию A. Alves [7], C. L. Dym [8], R. M. Lima [9], D. P. McCrum [10], обозначая проектный подход, используют термин PBL (project-based learning). Этой же терминологией пользуются B. D. Jones [11], J. N. Warnock [12], J. Strobel [13], K. W. Remijan [14], S. Dole [15], R. A. Ralph [16], C. Petersen [17].

Проектный подход используется наряду с другими методами для разработки и реализации целых систем инженерного образования. Анализ современной педагогической литературы показал, что в последние годы появилось направление CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate или Придумывай – Разрабатывай – Внедряй – Управляй) [18; 19].

Анализ литературы показывает, что проектный подход используется не только в вузовском инженерном и экономическом образовательных процессах [20], его также широко и весьма успешно применяют в организации труда сотрудников современных инновационных компаний [21] и в развитии детского технического творчества. В качестве примера можно привести образовательные эксперименты по привлечению детей и молодежи к изобретательской деятельности в Томской об-

ласти [22], внедряемые в практику дополнительного образования модельные, конструкторские, мануальные, игровые и экспериментально-исследовательские проектные работы, выполняемые в Самарском центре детского технического творчества «Радуга успеха» [23], или проводимые по всей России благотворительным фондом «Система» региональные инженерно-конструкторские школы «Лифт в будущее»⁵.

Анализируя опыт применения различных вариаций проектного подхода в образовательном процессе, авторы обратили внимание на закономерность: образовательные проекты, реализуемые студентами и школьниками на протяжении многих десятилетий, становятся все более сложными и почти всегда соответствуют современному уровню развития науки и техники. Следует отметить, что уровни сложности проектов, особенно реализуемых в последние десятилетия, значительно отличаются от проектов предыдущих поколений, при этом уровень фундаментальных знаний у участников проектных команд разных поколений почти сопоставимы. Каким же образом ученики, обладающие практически «одинаковыми» знаниями, могут реализовывать столь различные по сложности проекты?

Исследование обнаруженного противоречия позволило сделать авторам статьи выводы, которые легли в основу предлагаемого в работе метода проектных интерфейсов. *Цель статьи* заключается в определении особенностей метода проектных интерфейсов как механизма развития проектного подхода в образовательном процессе и детском техническом творчестве.

[project-approaches-to-learning-in-engineering-education.pdf](#)

⁵ Разработка и организация проектных и исследовательских лабораторий в региональных инженерно-

конструкторских школах «Лифт в будущее»: методическое пособие / авт.-сост. И. Чаусов. – М.: Реарт, 2017. – 71 с.



Методология исследования

В ходе написания статьи авторы использовали системно-синергетический подход, преимущества которого состоят в возможностях сочетания исследовательской работы над материалом, накопленным педагогическим сообществом в области применения проектного подхода в системах образования многих стран мира, с аналитикой современных практик и собственного опыта авторов, полученного в процессе работы над данной проблемой. Этот подход позволяет переосмыслить с позиций феноменологического анализа многие теоретические аспекты метода проектов, предложенного более столетия назад и, как следствие, выводя их новые концепты. Методическую базу исследования составляют методы феноменологического описания, интерпретации, сопоставления, проблемного и сравнительного анализа трудов отечественных и зарубежных исследователей, посвященных использованию проектного подхода в образовательной сфере. Авторы пользовались также результатами методического эксперимента и исследований продуктов творческой деятельности школьников, педагогов и студентов.

Результаты и их обсуждение

Опыт реализации образовательных технологий в области технического творчества показывает, что *основные* результаты творческого труда, которые были достигнуты на занятиях в школьных кружках, центрах детского технического творчества или в университетских лабораториях обычно демонстрируются и защищаются на ежегодных итоговых выставках, конкурсах или научных конференциях. Исходя из этого, представленные на подобных мероприятиях проекты можно было бы рассматривать в качестве репрезентативной выборки результатов детской и студенческой проектной деятельности.

Для проведения сравнительного анализа продуктов творческой деятельности школьников рассмотрим проекты, которые были представлены на выставках технического творчества в разные годы. В процессе ретроспективного сравнения можно отметить существенное повышение уровня сложности демонстрируемых там разработок. Аналогичные выводы можно сделать и о проектах, разрабатываемых в студенческих исследовательских лабораториях. Например, тридцать лет назад на выставках можно было наблюдать различные усилители, радиоприемники, цветомузыкальные установки, деревянные, в основном, резиномоторные модели кораблей и самолетов, собранные руками подростков настоящие картинги и багги, разные мотовелосипеды. В настоящее время на выставках в основном демонстрируются различные робототехнические конструкции, собранные на базе *Lego* и *Arduino*. Также широко представлены системы автоматизации, квадрокоптеры, радиоуправляемые роботы-разведчики, сложные манипуляторы, автоматические инкубаторы, элементы умного дома.

Сравнительное наблюдение позволяет сделать вывод о том, что уровень демонстрируемых проектов соответствует все более повышающемуся уровню развития современной науки и техники. Следовательно, разработчики данных проектов должны обладать большими знаниями и умениями, чем их сверстники из предыдущих поколений. Это говорит о том, что качество системы образования, позволяющей передавать все увеличивающийся объем знаний, должно неуклонно повышаться. Так ли это на самом деле? Можно ли оценивать и сравнивать качество образования людей разных поколений или разных стран? Если подобное сравнение все же имеет место, тогда какой показатель можно взять в качестве критерия для такой оценки?



Одним из критериев, позволяющих сравнивать качество обучения при использовании разных образовательных технологий, могла бы служить, на наш взгляд, оценка степени сложности задач, особенно творческих задач, которые способны решать студенты и школьники.

В словаре русского языка понятие «сложный» трактуется как «состоящий из нескольких частей, многообразный по составу частей и связей между ними; трудный, запутанный»⁶.

С точки зрения приведенных выше рассуждений более сложными проектами можно считать проекты более многофункциональные, имеющие большое количество используемых элементов и связей, большее количество «степеней свободы», в какой-то мере, более непонятные зрителям и заказчикам.

Вывод оценки степени сложности современного школьного и университетского проектирования позволил нам обратиться к закону Эшби «О необходимом разнообразии», который он озвучил в книге «Введение в кибернетику»⁷. Приведем несколько интерпретаций этого закона: «Сложность или степень разнообразия управляющего устройства в кибернетической системе должна соответствовать сложности или степени разнообразия управляемого объекта» или «чем сложнее созданное устройство, тем более высокой квалификацией должен обладать его разработчик или создатель».

Опираясь на одну из приведенных выше интерпретаций закона Эшби, с точки зрения образовательного проектирования можно сказать, что, если участник проектной команды что-то разрабатывает или создает, то уровень

образования и подготовки этого человека должен соответствовать сложности его разработки. Однако в данном случае можно отметить некоторые противоречия теоретических предпосылок и практических наблюдений. Возьмем, например, простой современный детский проект, использующий механическую тележку, снабженную манипулятором и датчиком цвета. Управляющая тележкой компьютерная программа должна сначала найти, затем взять кубик определенного цвета и после этого поместить его в заданную точку полигона. Если у молодых конструкторов тележки начать спрашивать о физических принципах, лежащих в основе их изделия, об алгоритмах управления, которые они использовали, то во многих случаях получить ответ оказывается не совсем просто. Разработчики слабо представляют, например, каким образом работает датчик цвета, от чего зависит его чувствительность и чем определяется расстояние, на котором данный сенсор может детектировать искомый цвет.

Наблюдается некоторое противоречие. Команда разработчиков, умных и подготовленных школьников, представляет сложный, работоспособный и самостоятельно изготовленный проект, но при этом мало что могут сказать о базовых принципах, на которых основано его функционирование. Следует отметить, что в повседневной жизни мы также сталкиваемся с явлениями подобного «невыполнения» закона Эшби. В современном мире разработано, изготовлено и функционирует большое количество сложных устройств и систем, начиная с систем телекоммуникаций, энергетики, транспорта и, заканчивая бытовой кухонной автоматикой, и никто даже не задумывается, что многими интеллектуальными

⁶ Ожегов С. И. Словарь русского языка: Ок. 57000 слов / под ред. чл.-корр. АН СССР Н. Ю. Шведовой. – 18-е изд., стереотип. – М.: Рус. яз., 1986. – 797 с.

⁷ Эшби Р. Введение в кибернетику: пер.с англ. / под ред. Успенского. Предисл. А. Н. Колмогорова. Изд. 2-е, стереотипное. – М.: КомКнига, 2005. – 432 с.



устройствами управляют простые люди, чаще всего даже не имеющие высшего образования.

Аналитический подход к описанной выше ситуации позволяет сделать вывод о том, что соответствие уровня подготовки «оператора» и сложностью управляемого им устройства может быть достигнуто не только путем усложнения оператора (повышения его квалификации), но и путем упрощения или унификации правил взаимодействия с устройством, т. е. инкапсуляцией механизмов, лежащих в основе самого устройства, максимальной изоляцией и отделением внутреннего содержимого объектов от людей их использующих.

Во вступлении к своей книге «Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++» Г. Буч отмечает, что возникновение объектно-ориентированного программирования (ООП) было продиктовано постоянно нарастающей сложностью разрабатываемых программных систем. Эти системы помимо выполнения основных задач, обеспечивающих функционирование в соответствии с техническим заданием, должны были обладать еще и свойствами контролепригодности и иметь удобную для сопровождения реализацию⁸.

Теперь при наличии механизмов инкапсуляции, наследования и полиморфизма, при введении понятия программного интерфейса, современным программистам стало гораздо проще решать задачи создания сложных программных систем и работать в команде разработчиков над совместными проектами.

Если проанализировать тенденцию развития современных инженерных разработок в схемотехнике, электронике и мехатронике, то

можно наблюдать целый ряд решений, реализующих определенное подобие «унификации» и «естественной» инкапсуляции. Некоторые аналогии с наличием интерфейсов и инкапсуляцией можно проследить и в проектной работе в детском техническом творчестве, хотя в этой области еще не сформированы все соответствующие механизмы, подобные ООП.

В качестве одного из успешных примеров такой естественной инкапсуляции и унификации, успешно применяемой в последние годы как в детском техническом творчестве, так и в студенческой среде, можно привести различные технические конструкторы и наборы, которые по праву могут носить название «творческих полуфабрикатов». Здесь термин «полуфабрикат» используется не в негативном, а в положительном смысле, в качестве некой методики или технического обеспечения, позволяющего быстрее осваивать нужную технологию, которая, в свою очередь, ускоряет достижение поставленной цели.

У многих детей, особенно на начальном этапе, приобщение к техническому творчеству начинается именно с конструкторов, предполагающих наличие всех составляющих проекта и подробной инструкции по сборке и отладке создаваемой конструкции. Кроме того, работа с конструкторами позволяет быстрее и эффективнее на начальном этапе занятий техническим творческим проектированием вырабатывать нестандартное мышление, овладевать навыками работы с различными инструментами и технологиями. Все детали хорошего конструктора легко соединимы, все электронные модули просто и унифицированно контактируют друг с другом. Помимо этого, современные конструкторы предполагают не

⁸ Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. – 2-е изд. /

пер.с англ.– М.: Бином, СПб: Невский диалект, 1998. – 560 с.



только комплектацию современной элементной базой для целого ряда уже опробованных проектов, но и имеют почти полное методическое обеспечение, позволяющее эти проекты довести до конца. Например, различные модификации известного конструктора LEGO позволяют приобщать к техническому творчеству разные поколения школьников, начиная с младших классов (Wedo), и заканчивая старшими классами (MindStorms Education). В качестве примера естественной унификации в студенческой образовательной среде можно привести появление микроконтроллерной платформы *Arduino*, которая была разработана в одном из европейских университетов всего лишь в качестве учебного пособия для занятий по изучению микроконтроллерной техники, но в силу сочетания нескольких удачных факторов стала базовой платформой для миллионов DIY разработчиков по всему миру.

Таким образом, можно отметить, что история развития электронной техники, быстрая смена поколений компьютеров, успех развития индустрии программирования – все это оказалось осуществимым в большой степени благодаря упрощению возможностей объединения технических (программно-аппаратных) систем низкого уровня в комплексные сложные системы более высокого уровня. Такая возможность обеспечивалась и обеспечивается возрастающим опытом производителей, реализующих программно-аппаратные интерфейсы и механизмы физической и логической (на уровне протоколов взаимодействия) стыковки различных технических объектов и гетерогенных систем.

Определенные аналогии описанным выше элементам инкапсуляции и унификации можно наблюдать и в процессе работы над образовательными проектами. Рассмотрим образовательный проект как техническую систему. Отметим, что работа над образовательным

проектом почти всегда нацелена на командное взаимодействие. Отметим также, что максимальная эффективность при такой работе может быть достигнута в том случае, если каждый член команды будет трудиться над своей частью задачи, а затем все полученные результаты будут собраны воедино. Такой механизм командной работы уже давно разработан и достаточно широко применяется для программных проектов. Одним из определяющих моментов при таком подходе является ставка на тщательную проработку интерфейсов и правил взаимодействия между программными объектами, которые описываются и относятся к различным классам. Реализация же каждого класса программных объектов может осуществляться независимо друг от друга. Промежуточные испытания всей системы могут выполняться даже в том случае, если какие-то классы не реализованы, а присутствует только эмуляция сигналов интерфейса.

Упомянутая выше аналогия программных и образовательных проектов позволяет говорить об аналогичных принципах взаимодействия между различными частями, как в программном, так и в образовательном проектировании. Допустимость данного тезиса будет показана ниже.

Основываясь на принципе иерархичности систем и на приведенном выше допущении о возможности рассмотрения образовательного проекта в виде технической системы, можно сказать, что любой проект «поддается» декомпозиции на «подпроекты» или проектные модули по их функциональному назначению. Связи между этими проектными модулями будут существовать независимо от разработчика проекта, однако эти связи можно выделить и регламентировать в том виде, который будет удобен для дальнейшей работы над проектом.



Механизмы физического и логического взаимодействия между проектными модулями (частями проекта) назовем проектными интерфейсами.

Рассмотрим далее требования к синтезу проектных интерфейсов, успешная реализация которых может существенно облегчить работу и повысить эффективность образовательного проектирования.

1. Каждый проект должен рассматриваться как техническая система, при этом должна быть обозначена как сама проект-система, так и окружающая среда (системы, с которыми проект-система будет взаимодействовать). При определении проект-системы должен быть описан внешний интерфейс проекта (информационные, энергетические и управляющие потоки, связывающие проект систему с окружающей средой). В теории систем выделение окружающей среды рекомендуется оценивать по степени «силы» связей (связи внутри системы «сильнее», чем связи с системами внешнего мира).

2. Каждый проект (проект-система) должен быть декомпозирован на проектные модули, руководствуясь принципами декомпозиции системы на подсистемы. Такие принципы изложены, например, при описании стандарта IDEF0⁹. Количество проектных модулей должно приблизительно соответствовать количеству проектных групп, на которые делится проектная команда. Опыт работы показал, что наибольшая эффективность при декомпозиции проекта достигается в случае «достаточно большой» проектной команды. Необходимо отметить, что наиболее успешно происходит декомпозиция для междисциплинарных проектов.

3. Каждый проектный модуль должен быть описан в терминах физических и логических межмодульных взаимодействий – межмодульных интерфейсов. На первом же этапе работы над проект-системой следует разработать механизмы эмуляции межмодульных проектных интерфейсов. Механизм реализации проектных модулей на данном этапе рассматриваться не должен.

4. Условия верификации межмодульных взаимодействий (ожидаемые результаты отдельных и комплексных испытаний) должны быть четко и однозначно определены.

5. Только после выполнения работ по пп. 1–4 проектные группы должны приступить к реализации внутреннего функционала проектных модулей. При необходимости (для сокращения времени разработки) любой проектный модуль может быть декомпозирован на модули более низкого уровня, придерживаясь описанных выше принципов 1–4.

6. По мере завершения этапов реализации проектных модулей должны проводиться испытания внутреннего функционала этих модулей и адекватности функционирования алгоритма межмодульных взаимодействий.

7. При завершении разработки всего проекта должны быть проведены итоговые испытания, по результатам которых можно было бы судить об успешности выполнения работ по проекту в целом или о необходимости возврата проекта на доработку.

Результаты проведения экспериментальной работы показали, что разработанные рекомендации требуют от наставников проектных команд гораздо больших усилий и более высокую степень подготовленности, чем обычная «кружковская» работа. Также следует отметить, что междисциплинарность реализуемых

⁹ Описание стандарта IDEF0. URL: <https://nsu.ru/smk/files/idef.pdf>

проектов требует от руководителей проектов не только высокоуровневой, но и существенно разносторонней подготовки.

Приведем пример работы над междисциплинарным блиц-проектом ОЗОН+, реализованным в Горно-Алтайском государственном университете (ГАГУ) в сентябре – октябре 2016 года. Задача, поставленная перед проектной командой, заключалась в разработке системы озонирования овощей с целью их длительного хранения. По замыслу интересанта (заказчика) нужно было разработать техническую систему озонирования овощей (реализующую для сравнительного анализа разные способы озонирования), продумать методику проведения самого процесса озонирования, а также методику оценки результатов эксперимента. Проект по своей сути оказался междисциплинарным, поскольку в нем должны были участвовать специалисты в области электроники, химии и агрономии. Во-первых, необходимо было разработать и изготовить само устройство – озонатор. При этом нужно было придумать и реализовать методику калибровки изделия (определить количество вырабатываемого озона за единицу времени), необходимо было также разработать технологию обработки овощей, технологию анализа качества овощей как перед обработкой, так и через определенные периоды времени в процессе их хранения.

Таким образом, проект «автоматически» был декомпозирован на четыре большие части (четыре проектных модуля):

- «Озонирование»: создание устройства, выдающего регулируруемую порцию озона;
- «Анализ концентрации»: разработка химической технологии анализа концентрации озона;
- «Обработка»: разработка технологии обработки овощей;

– «Анализ качества»: проведение анализа качества овощей.

Были созданы четыре проектные группы: «Озонаторщики», «Химики», «Аграрии», «Аналитики» и оговорены время и формы взаимодействия между проектными модулями (проектными группами). Надо отметить, что помимо студентов в работе над проектом принимали участие школьники. Согласно разработанному протоколу, проектный модуль «Озонирование» взаимодействовал с «Анализом концентрации» и «Обработкой». Проектные модули «Обработка» и «Анализ концентрации», в свою очередь, взаимодействовали с модулем «Анализ качества». Конечно же взаимодействие происходило не одновременно, но заранее были определены формы взаимодействия (как должен подключаться озонатор для работы с «Химиками» и как (в каких емкостях) должна происходить обработка овощей, какую информацию и в каком виде и когда должны получать «Аналитики»).

Таким образом, группы получили возможность работать относительно независимо, предоставляя информацию либо физическое воздействие в виде озонированного воздуха или воды в той форме и в то время, когда этого требовал протокол взаимодействия. Например, группой «Озонаторщики» были изготовлены помимо озонатора удобные емкости для обдува овощей и озонирования воды, а также интерфейс для условно-количественного мониторинга процесса озонирования «Аграриями», а группа «Аграриев» фасовала результаты своего эксперимента в том виде в котором это требовали «Аналитики».

Следует отметить проблемы, возникшие при реализации проекта. Так, группе «Химиков» не удалось за короткий срок, пользуясь выбранной ими методикой, получить досто-



верные данные о концентрации вырабатываемого озона. Часто из-за нехватки подготовленных студентов представители одной группы участвовали в работе другой группы. Это увеличило время реализации проекта, а также позволило студентам приобрести опыт работы в смежных областях. Несмотря на определенные трудности, в результате проведенных экспериментов удалось достоверно показать, что наиболее эффективной обработкой перед хранением, по сравнению с другими испробованными способами, является обмывание овощей озонированной водой.

Помимо работы со студентами, сотрудники Горно-Алтайского государственного университета ведут активную работу по образовательному проектированию с городскими и районными школами. Определенный опыт проектной работы накоплен в рамках реализации мероприятия «Создание сети школ, реализующих инновационные программы для отработки новых технологий и содержания обучения и воспитания через конкурсную поддержку школьных инициатив и сетевых проектов», проводимого в рамках реализации Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 гг. На базе МБОУ «Лицей № 6 им. И. З. Шуклина г. Горно-Алтайска» реализован инновационный проект «Ресурсный центр образовательной робототехники «Интелроб»¹⁰.

Заключение

Анализируя и обобщая зарубежный и собственный опыт работы в области применения проектного подхода в образовательном процессе и детском техническом творчестве,

авторы пришли к выводу о том, что уровни сложности реализуемых проектов и степени подготовленности работающих над этими проектами команд нивелируются за счет естественной инкапсуляции функциональных частей реализуемых образовательных проектов.

В качестве одного из направлений развития проектного подхода, используемого в образовательном процессе и детском техническом творчестве, авторы предлагают «усилить» естественную инкапсуляцию и унификацию функциональных частей образовательных проектов, используя перечень рекомендаций, который лег в основу метода проектных интерфейсов.

Результаты проведенных исследований показали, что использование технологии проектных интерфейсов позволяет упростить решение задачи унификации как внутривидовых, так и межвидовых взаимодействий, путем выполнения процедур декомпозиции и инкапсуляции, упрощая тем самым модель представления проекта и повышая эффективность работы проектных команд на предпроектной стадии и стадиях отладки и тестирования сложных проектов.

Основываясь на опыте, полученном в процессе работы в области образовательного проектирования, авторы делают вывод о том, что приведенные в работе рекомендации могут быть наиболее эффективно использованы для реализации проектного подхода в учебном процессе и детском техническом творчестве в том случае, если работа ведется с большими проектными командами над сложными междисциплинарными образовательными проектами.

¹⁰ Темербекова А. А. Сетевые технологии обучения как средство развития инновационного образовательного процесса: опыт и перспективы: монография /

А. А. Темербекова [и др.]; под общ. ред. А. А. Темербековой, Л. А. Альковой. – Горно-Алтайск : БИЦ ГАГУ, 2017. – С. 63–79.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Николаенко А.** Развитие проектно-ориентированного образования в современных условиях // Качество образования. – 2016. – № 9. – С. 7–11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27521196>
2. **Русакова С. П.** Современные информационные технологии проектирования на уроках информатики и математики: из опыта работы // Вестник педагогических инноваций. – 2015. – № 2. – С. 123–128. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25085219>
3. **Mullen J., Byun Ch., Gadepally V., Samsi S., Reuther A., Kepner J.** Learning by doing, High Performance Computing education in the MOOC era // Journal of Parallel and Distributed Computing. – 2017. – Vol. 105. – P. 105–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.01.015>
4. **Powell P. C.** Assessment of team-based projects in project-led education // European Journal of Engineering Education. – 2004. – Vol. 29, Issue 2. – P. 221–230. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043790310001633205>
5. **Gómez Puente S. M., van Eijck M., Jochems W.** Professional development for design-based learning in engineering education: a case study // European Journal of Engineering Education. – 2015. – Vol. 40, Issue 1. – P. 14–31. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.903228>
6. **Kim P., Suh E., Song D.** Development of a Design-Based Learning Curriculum through Design-Based Research for a Technology-Enabled Science Classroom // Educational Technology Research and Development. – 2015. – Vol. 63, Issue 4. – P. 575–602. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9376-7>
7. **Alves A. C., Sousa R. M., Fernandes S., Cardoso E., Carvalho M. A., Figueiredo J., Pereira R. M. S.** Teacher's experiences in PBL: Implications for practice // European Journal of Engineering Education. – 2016. – Vol. 41, Issue 2. – P. 123–141. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1023782>
8. **Dym C. L., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J.** Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning // Journal of Engineering Education. – 2005. – Vol. 94, Issue 1. – P. 103–120. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
9. **Lima R. M., Andersson P. H., Saalman E.** Active Learning in Engineering Education: a (re)introduction // European Journal of Engineering Education. – 2017. – Vol. 42, Issue 1. – P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254161>
10. **McCrum D. P.** Evaluation of creative problem-solving abilities in undergraduate structural engineers through interdisciplinary problem-based learning // European Journal of Engineering Education. – 2017. – Vol. 42, Issue 6. – P. 684–700. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1216089>
11. **Jones B. D., Epler C. M., Mokri P., Bryant L. H., Paretto M. C.** The effects of a collaborative problem-based learning experience on students' motivation in engineering capstone courses // Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. – 2013. – Vol. 7, Issue 2. – P. 34–71. DOI: <https://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1344>
12. **Warnock J. N., Mohammadi-Aragh M. J.** Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills // European Journal of Engineering Education. – 2016. – Vol. 41, Issue 2. – P. 142–153. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2015.1040739>
13. **Strobel J., Van Barneveld A.** When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses: comparing PBL to conventional classrooms // The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning. – 2009. – Vol. 3, Issue 1. – P. 44–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1046>



14. **Remijan K. W.** Project-Based Learning and Design-Focused Projects to Motivate Secondary Mathematics Students // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. – 2017. – Vol. 11, Issue 1. DOI: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1520>
15. **Dole S., Bloom L., Kowalske K.** Transforming pedagogy: Changing perspectives from teacher-centered to learner-centered // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. – 2016. – Vol. 10, Issue 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1538>
16. **Ralph R. A.** Post secondary project-based learning in science, technology, engineering and mathematics // *Journal of Technology and Science Education (JOTSE)*. – 2016. – Vol. 6, № 1. – P. 26–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.155>
17. **Petersen C., Nassaji H.** Project-Based Learning through the Eyes of Teachers and Students in Adult ESL Classrooms // *Canadian Modern Language Review*. – 2016. – Vol. 72, № 1. – P. 13–39. DOI: <https://doi.org/10.3138/cmlr.2096>
18. **Гансуар К. Др., Неретина Е. А., Корокошко Ю. В.** Опыт проектно-ориентированного обучения и организации командной работы студентов вуза // *Интеграция образования*. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.15507/Inted.079.019.201502.022>
19. **Edström K., Kolmos A.** PBL and CDIO: complementary models for engineering education development // *European Journal of Engineering Education*. – 2014. – Vol. 39, Issue 5. – P. 539–555. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.895703>
20. **Чубик П. С., Чучалин А. И., Соловьев М. А., Замятина О. М.** Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий // *Вопросы образования*. – 2013. – № 2. – С. 188–208 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19424091>
21. **Бухарина А. Ю.** Управление талантами: чему учить сотрудников сегодня, чтобы выжить завтра // *Социальная психология и общество*. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 144–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.17759/sps.2017080109>
22. **Замятина О. М., Мозгалева П. И., Солодовникова О. М., Гончарук Ю. О.** Современные методы педагогики для вовлечения и стимулирования научно-технического творчества детей и молодежи // *Научно-методический электронный журнал Концепт*. – 2015. – № Т15. – С. 31–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26349945>
23. **Михелькевич В. Н., Овчинникова Л. П., Лисовская А. И.** Теоретико-методологические основы организации проектной деятельности учащихся в учреждениях детского и юношеского творчества // *Самарский научный вестник*. – 2017. – Т. 6, № 1 (18). – С. 198–203. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28772241>



DOI: [10.15293/2226-3365.1806.11](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1806.11)

Nikolay Georgievich Kudryavtsev

Candidate of Engineering Sciences, Senior Scientist,
Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1327-5188>
E-mail: ngkudr@mail.ru

Albina Alekseevna Temerbekova

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Department of Pedagogy, Psychology and Social Work,
Department of Mathematics, Physics and Informatics,
Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7875-895X>
E-mail: tealbina@yandex.ru

Special features of the project interfaces method as a mechanism of developing a project approach to the educational process and children's technical creativity

Abstract

Introduction. *The article is devoted to the problem of developing a project approach applied to engineering education. The purpose of the research is to identify special features of project interfaces method as a mechanism of developing a project approach to the educational process and children's technical creativity.*

Materials and Methods. *The authors applied a system-synergetic approach. The methodological base of the research includes the following methods: phenomenological description, interpretation, comparison, and comparative analysis of research works by Russian and Foreign scholars on the project approach to education. The authors also used the results of studying schoolchildren and students' creative products.*

Results. *The authors argue that project interface method presented in this paper is a development of the project approach to the educational process and children's technical creativity. The authors analyze and summarize the conditions enhancing efficiency of project teams, which work on complex projects, by using decomposition and encapsulation procedures within the framework of the project interfaces method. Relying on the results of the comparative analysis and summarizing the findings of examining students and schoolchildren's creative products, the authors conclude about the role of natural encapsulation in aligning complexity levels of educational projects and the competence of project teams. The authors also show how to develop the project approach through artificial "strengthening" of encapsulation and unification in the functional parts of educational projects. The authors conclude that the efficiency of using the project interfaces method is determined by types of educational projects, mentors' competence, and the number of members within project teams. Possible limitations, determined by requirements for mentors and project managers are also considered. The authors present an analysis of the methodological experiment on the practical application of the project interfaces method in blitz projects carried out at Gorno-Altai State University.*

Conclusions. *In conclusion, the authors summarize the special features of the project interfaces method as a mechanism for the development of the project approach in the educational process and children's technical creativity.*



Keywords

Project approach; Educational process; Children's technical creativity; Project interface; Decomposition; Encapsulation; Unification; Project teams.

REFERENCES

1. Nikolaenko A. Development of project-oriented education in modern conditions. *Quality of Education*, 2016, no. 9, pp. 7–11. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27521196>
2. Rusakova S. P. Modern information technologies of design at the lessons of Informatics and mathematics: from experience. *Journal of Pedagogical Innovations*, 2015, no. 2, pp. 123–128. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25085219>
3. Mullen J., Byun Ch., Gadepally V., Samsi S., Reuther A., Kepner J. Learning by doing, High Performance Computing education in the MOOC era. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 2017, vol. 105, pp. 105–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.01.015>
4. Powell P. C. Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 2004, vol. 29, issue 2, pp. 221–230. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043790310001633205>
5. Gómez Puente S. M., van Eijck M., Jochems W. Professional development for design-based learning in engineering education: A case study. *European Journal of Engineering Education*, 2015, vol. 40, issue 1, pp. 14–31. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.903228>
6. Kim P., Suh E., Song D. Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. *Educational Technology Research and Development*, 2015, vol. 63, issue 4, pp. 575–602. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9376-7>
7. Alves A. C., Sousa R. M., Fernandes S., Cardoso E., Carvalho M. A., Figueiredo J., Pereira R. M. S. Teacher's experiences in PBL: Implications for practice. *European Journal of Engineering Education*, 2016, vol. 41, issue 2, pp. 123–141. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1023782>
8. Dym C. L., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J. Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 2005, vol. 94, issue 1, pp. 103–120. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
9. Lima R. M., Andersson P. H., Saalman E. Active learning in engineering education: A (re)introduction. *European Journal of Engineering Education*, 2017, vol. 42, issue 1, pp. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254161>
10. McCrum D. P. Evaluation of creative problem-solving abilities in undergraduate structural engineers through interdisciplinary problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 2017, vol. 42, issue 6, pp. 684–700. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1216089>
11. Jones B. D., Epler C. M., Mokri P., Bryant L. H., Paretto M. C. The effects of a collaborative problem-based learning experience on students' motivation in engineering capstone courses. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2013, vol. 7, issue 2, pp. 34–71. DOI: <https://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1344>
12. Warnock J. N., Mohammadi-Aragh M. J. Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills. *European Journal of Engineering Education*, 2016, vol. 41, issue 2, pp. 142–153. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2015.1040739>
13. Strobel J., Van Barneveld A. When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses: comparing PBL to conventional classrooms. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2009, vol. 3, issue 1, pp. 44–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1046>



14. Remijan K. W. Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2017, vol. 11, issue 1. DOI: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1520>
15. Dole S., Bloom L., Kowalske K. Transforming pedagogy: Changing perspectives from teacher-centered to learner-centered. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2016, vol. 10, issue 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1538>
16. Ralph R. A. Post secondary project-based learning in science, technology, engineering and mathematics. *Journal of Technology and Science Education (JOTSE)*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 26–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.155>
17. Petersen C., Nassaji H. Project-based learning through the eyes of teachers and students in adult ESL classrooms. *Canadian Modern Language Review*, 2016, vol. 72, no. 1, pp. 13–39. DOI: <https://doi.org/10.3138/cmlr.2096>
18. Ganseuer C. Dr., Neretina E. A., Korokoshko Yu. V. Experience of project-oriented learning and organisation of teamwork among university students. *Integration of Education*, 2015, vol. 19, no. 2, pp. 22–30. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.15507/Inted.079.019.201502.022>
19. Edström K., Kolmos A. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 2014, vol. 39, issue 5, pp. 539–555. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.895703>
20. Chubik P. S., Chuchalin A. I., Solovyov M. A., Zamyatina O. M. Training of high-class technicians and technologists. *Educational Studies Moscow*, 2013, no. 2, pp. 188–208. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19424091>
21. Bukharina A. Y. Talent management: what to teach employees today to survive tomorrow. *Social Psychology and Society*, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 144–162. DOI: <https://doi.org/10.17759/sps.2017080109> (In Russian)
22. Zamyatina O. M., Mozgaleva P. I., Solodovnikova O. M., Goncharuk Yu. O. Advanced pedagogical methods for stimulating and involving children and young people into scientific and engineering creativity. *Periodic Scientific and Methodological Journal Concept*, 2015, no. T15, pp. 31–35. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26349945>
23. Mikhelkevich V. N., Ovchinnikova L. P., Lisovskaya A. I. Theoretical and methodological foundations of organizing students' project activity in institutions of children's and youth arts. *Samara Journal of Science*, 2017, vol. 6, no. 1, pp. 198–203. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28772241>

Submitted: 01 June 2018

Accepted: 06 November 2018

Published: 31 December 2018



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).