

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Моделирование исследовательской и проектной работы в школе на базе транзакционного подхода в образовании

Завриев Н.К.

ГБОУ «Школа 1533 «ЛИТ», г. Москва, Российская Федерация

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0627-8647>

e-mail: nzavriev@gmail.com

Работа посвящена рассмотрению процесса исследовательской проектной работы в школе (на примере проектов специальности «программирование» в Лицее 1533) и представления работы над проектом в виде серии транзакций (образовательных событий). В ходе работы проведена классификация действующих лиц, участвующих в процессе работы над проектом, а также образовательных транзакций, возникающих в ходе работы. Предложен метод моделирования этого процесса, реализована программная модель, а также выдвинут ряд гипотез, позволяющих на основании полученной цепочки образовательных событий сделать вывод о качестве работы и выявить определенные проблемы в ходе её выполнения.

Ключевые слова: Проектная работа, моделирование, транзакционный подход, цепи Маркова

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 19–29–14172

Для цитаты:

Завриев Н.К. Моделирование исследовательской проектной работы в школе на базе транзакционного подхода в образовании // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДНТЕ 2022): сб. статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 17–18 ноября 2022 г. / Под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2022. 344–354 с.

Введение

Одним из популярных в последние годы направлений анализа образовательного процесса стал так называемый *транзакционный подход*. Подход базируется на представлении образовательного процесса в виде серии элементарных операций, называемых *транзакциями* или *образовательными событиями*. Такой подход стал

особенно актуален с развитием дистанционного образования, поскольку оценка эффективности процесса в целом и каждого отдельного шага представляется особенно важной в виду того, что процесс получения моментальной образной связи в этом случае осложнен. Первые публикации в этом направлении датируются концом 1990-х, т.е. временем первых телеконференций. Так, например, подобный подход рассматривается в работе М. Мура [4], где ключевым понятием становится *диалог*, представляемый в виде серии элементарных операций. Транзакционный подход также применяется в педагогическом проектировании [2, 6].

Транзакционное представление также открывает новые возможности для анализа различных объектов и процессов, позволяя применить для анализа ряд формальных методов, в том числе аппарат из теории управления [1]. Так, например, транзакционный подход активно применяется при анализе процессов, происходящих в социальных сетях [5]. Нашей же целью является применение транзакционного подхода для анализа структуры образовательного процесса [3], оценки его качества и поиска направлений улучшения его эффективности.

Методы и характеристика выборки

Данная работа посвящена рассмотрению в этом ракурсе процесса проектной работы в школе (на примере проектов специальности «программирование» в Лицее 1533) и представления работы над проектом в виде серии образовательных событий. В ходе работы предложен метод моделирования этого процесса, реализована программная модель, а также выдвинут ряд гипотез, позволяющих на основании полученной цепочки образовательных событий сделать вывод о качестве работы и выявить определенные проблемы в ходе её выполнения.

Для начала, опишем структуру проектной работы в московском Лицее информационных технологий (ЛИТ) № 1533. Индивидуальным проектом по профильному направлению «Программирование» становится реализованное учащимся приложение, главными требованиями к которому являются определенная сложность работы (проект по сложности должен значительно превышать решаемые в 9 классе задачи по предмету «Программирование»), а также его актуальность и новизна. Цель учащегося в ходе работы над проектом – не столько продемонстрировать навыки программирования, сколько получить полезный результат, хотя бы в некоторых качествах превосходящий аналогичные продукты. Примерами таких проектов

могут быть визуальная модель физического явления, применяемая в качестве учебного пособия на уроках, мобильное приложение для алергиков или программный аналог гитарного процессора. Тема проекта может быть предложена учащимся самостоятельно (такие темы требуют согласования с преподавателями направления) или приходит от заказчика, «пул» которых заранее собирает научная дирекция лицея. Среди заказчиков могут быть представители IT-индустрии, научные сотрудники, преподаватели и т.д.

Работа над школьным проектом целиком занимает десятый класс, захватывает три недели дипломной практики и завершается в июне защитой проекта. Процесс работы делится на фазы, среди которых такие этапы как выбор темы проекта, постановка задачи, анализ предметной области, поиск аналогов, проектирование, разработка, тестирование, написание проектной документации и т.д. Одной из важных целей работы является знакомство учащегося с полным циклом создания IT-проекта и погружение в процессы, максимально приближенные к реальной работе в IT-индустрии. Подробнее жизненный цикл проекта, а также другие аспекты работы индустрии информационных технологий рассматриваются в специальном курсе «Технология управления разработкой программных продуктов (ТУР)», который для учащихся 10-х классов направления «программирование» является обязательным.

Результаты исследования

Моделируя процесс работы над проектом, для начала выделим основных участников этого процесса и их роли.

- **Учащийся** – исполнитель проекта, центральная фигура рассматриваемой системы.
- **Руководитель** или *заказчик* проекта – предлагает тему, помогает учащемуся сориентироваться в предметной области, отвечает на возникшие вопросы и контролирует ход работы над проектом. В случае темы, предложенной самим учащимся, функции руководителя частично берет на себя учитель.
- **Учитель** – выполняет роль координатора проектов. Представляет темы, дает учащимся связанные с их проектами задания в рамках спецкурса ТУР, проводит предзащиты, отвечает на вопросы, следит за соблюдением сроков, контролирует прогресс в работе над проектом и помогает с решением возникших в ходе работы проблем.
- **Консультант** – специалист в какой-то узкой области (будь то машинное обучение, мобильная разработка под определенную

платформу или биохимия), способный помочь ученику в ситуации, когда компетенций учителя или руководителя оказывается недостаточно.

- **Соученик** – чаще всего также выступает в роли консультанта, способного помочь с практическими вопросами (как правило, касающимися непосредственно программирования, а также презентации проекта или создания проектной документации)

Далее, рассмотрим виды транзакций (взаимодействий) между действующими лицами, возникающих в ходе работы над проектом. Транзакция объединяет двух действующих лиц (транзакции вида «один ко многим» в нашем случае не представляют интереса, т.к. мы рассматриваем не класс в целом, а отдельного ученика), одно из которых является инициатором транзакции, а другое – её адресатом. Для удобства, сгруппируем эти транзакции по инициаторам.

Транзакции, инициируемые учителем:

- **Лекция** – сообщение учителя классу. Под этим может подразумеваться как объяснение нового материала (в том числе, связанного с проектом), так и, например, представление классу одной или нескольких тем для будущих проектов.
- **Задание** – ученик получает от учителя задание, связанное с проектом. Например, написать часть дипломной записки, связанной с анализом предметной области или обзором аналогов проекта
- **Контроль** – периодический вопрос ученику «как дела с проектом?». Ответом на это может быть короткий рассказ или более подробный доклад с демонстрацией результатов.
- **Предзащита** – учитель инициирует предзащиту проектов. После этого в течение определенного срока (как правило, 2–3 недель) все ученики поочередно делают полные доклады с демонстрацией проектов.
- **Поиск консультанта** – подключение «внешнего» консультанта в ситуации, когда поставленный учащимся вопрос требует специалиста с дополнительными компетенциями.

Транзакции, инициируемые учеником:

- **Выбор темы** – ученик закрепляет за собой тему проекта, над которым будет работать.
- **Отчет** – ученик в письменной или устной форме кратко рассказал о состоянии проекта или продвижении в какой-то конкретной его части, возможно обозначив текущие трудности.
- **Доклад** – ученик делает полный доклад о проекте с презентацией и демонстрацией текущего состояния.
- **Демонстрация** – ученик демонстрирует работу отдельной функции или всего проекта в текущем состоянии.

- **Документ** – ученик отправляет документ, связанный с проектом (как правило, часть проектной документации).
- **Встреча** – встреча (консультация) с руководителем, учителем или консультантом для обсуждения текущих вопросов, демонстрации результатов и определения направлений дальнейшей работы.
- **Вопрос** – ученик сообщает о возникшей сложности, требующей участия со стороны учителя, руководителя или консультанта Транзакции, инициируемые руководителем:
- **Поиск консультанта** – подключение «внешнего» консультанта в ситуации, когда поставленный учащимся вопрос требует специалиста с дополнительными компетенциями.
- **Контроль** – периодический вопрос ученику «как дела с проектом?». Ответом на это может быть короткий рассказ или более подробный доклад с демонстрацией результатов.

Заметим, что предложенная классификация значительно отличается от классификации образовательных событий, разработанной сотрудниками Льежского университета [3]. Большая часть наших транзакций по льежской классификации попадают под категорию «Обсуждение» (Debate) или «Рецепция» (Reception), однако мы делим эти события на более узкие категории в соответствии со спецификой нашей задачи. При этом такие события, как «Исследование (Exploration)» или «Творческий процесс (Creation)» в нашей системе не отображены, т.к. нас интересует не работа ученика как таковая, а его взаимодействие с другими действующими лицами.

Процесс работы над проектом мы будем представлять в виде ориентированного графа транзакций, вершинами в котором будут действующие лица, а ребрами – сами транзакции. Поскольку транзакции имеют метку времени, и мы можем отсортировать их в хронологическом порядке, граф мы будем отображать в виде UML диаграммы последовательностей (UML Sequence Diagram). Такое представление видится вдвойне удобным еще и потому, что изучение языка UML (Unified Modeling Language) входит в программу курса ТУР, а сам язык одинаково подходит как для иллюстрации внутреннего устройства программных систем (т.е. применяется учащимися в ходе работы над проектами), так и для иллюстрации бизнес-процессов, к которым мы можем отнести изучаемую нами коммуникацию между действующими лицами.

Шагом дискретизации в нашей модели проектной работы выбрана одна неделя (что соответствует еженедельным занятиям курса ТУР, тесно связанного с проектной работой). Вероятности совер-

шения той или иной транзакции на определенном этапе опирается на собранную за более чем 10 лет информацию о ходе работы над каждым проектом. Источниками такой информации стали:

- Дата начала работы по каждой из тем (дата выбора темы)
- Выполненные задания (документы, презентации и т.д.), присланные учащимися по электронной почте
- Еженедельные отчеты о состоянии работы над проектом (такой отчет является обязательным заданием по курсу ТУР для каждой проектной команды)
- Данные из систем облачного управления проектами и систем контроля версий, таких как GitHub и Trello. Использование таких систем не является обязательным для каждого проекта, однако примерно в 30 % случаев работа с такими инструментами – добровольный выбор учащихся или требование со стороны заказчиков проектов
- Отчеты о предзащитах, проходящих в течение учебного года
- Наблюдения на занятиях

На основании ручной обработки этих данных были составлены таблицы транзакций, куда вошла информация о более чем 300 проектах, выполненных учащимися Лицея с 2010 года.

Следующим шагом стало построение вероятностной модели на основе этой таблицы. Структура исходных данных очевидно наводила на мысль об использовании цепей Маркова (на каждом шаге мы имеем основанную на статистике вероятность совершения каждой транзакции), однако модель значительно усложнялась тем, что транзакции не являются независимыми. Например, транзакция «*Доклад*» со стороны ученика обусловлена объявленной ранее «*Предзащитой*», причем ответная транзакция происходит не моментально, а (в случае именно с этой парой) в течение 3 недель с равной вероятностью. «*Поиску консультанта*» тоже должен предшествовать заданный перед этим «*вопрос*», на который руководитель или учитель (в зависимости от того, кому транзакция была адресована) не смог ответить самостоятельно. Транзакция «*Встреча с консультантом*» со стороны ученика возможна лишь по совершении этих двух транзакций.

Подобная структура модели повлияла на выбор средств реализации. Вместо одного из готовых инструментов моделирования марковских цепей (в этом случае цепь вышла бы слишком громоздкой и насчитывала бы более 100 состояний) было решено запрограммировать модель на языке C#, что также позволило упростить процесс визуализации и представления полученного графа в виде диаграммы последовательностей UML.

Процесс мы будем делить на 4 фазы, структура взаимодействия в которых различается и требует отдельной программной подмодели для каждой фазы. Первой фазой (она длится до 8 недель) становится *выбор темы*. Затем следует *постановка задачи и анализ предметной области*, которая длится еще 8 недель и заканчивается перед новогодними каникулами. Третьей, самой длинной фазой (20 недель) становится *проектирование, разработка и тестирование*. Наконец, процесс завершается интенсивной *дипломной практикой*, во время которой учащиеся завершают разработку и тестирование проектов, а также готовят документацию.

Пример результата моделирования, т.е. представление проектной деятельности в виде набора транзакций, отображенных в виде UML-диаграммы последовательностей, представлен ниже. Цвет линий иллюстрирует тип транзакции («лекция», «контроль», «документ», «доклад» и т.д.), а комментарий под стрелкой обозначает содержательную роль конкретной транзакции в моделируемом процессе (Рис.1, 2).

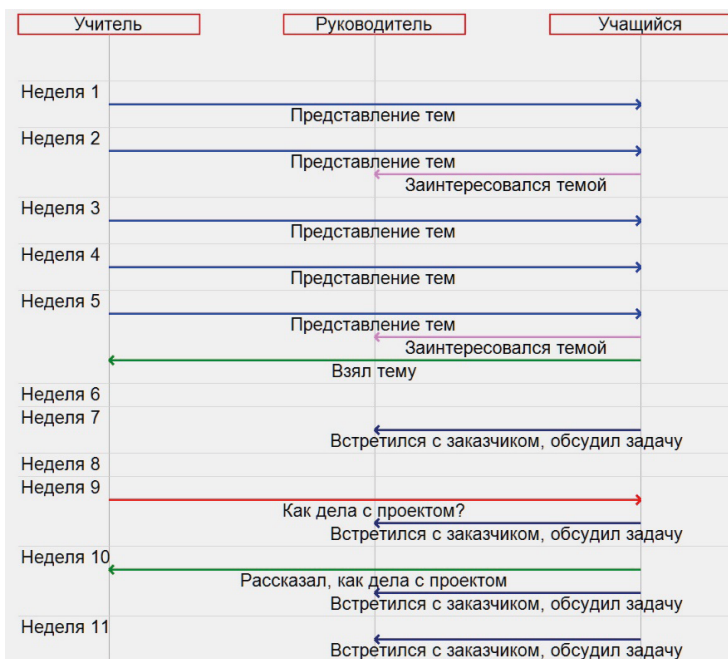


Рис. 1. Представление проектной деятельности в виде набора транзакций, отображенных в виде UML-диаграммы последовательностей

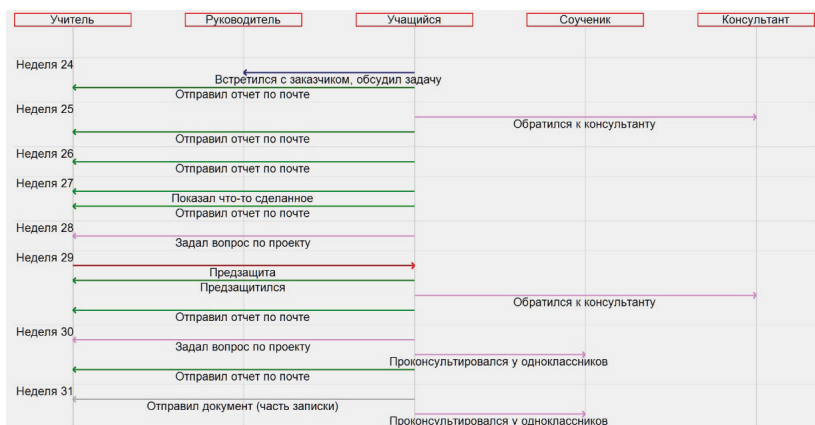


Рис. 2. Другой вариант представления проектной деятельности в виде набора транзакций, отображенных в виде UML-диаграммы последовательностей

Обсуждение результатов

Подобные представления проектов также могут стать инструментом для анализа качества проектной работы, поиска проблем и путей их улучшения. Изучив примеры успешных и «проблемных» проектов, мы можем сформулировать ряд гипотез, позволяющих на основании структуры графа, а также «аномальной» (т.е. слишком малой или, наоборот, слишком большой) концентрации определенных событий на отдельных этапах работы (или просто временных промежутках) сделать выводы о наличии тех или иных проблем в работе.

Так, например, слишком редкие встречи с заказчиком на этапе разработки могут говорить о «потере обратной связи» со стороны учащихся (получив ответы на нужные вопросы, учащиеся зачастую начинают решать задачу, не очень задумываясь о том, соответствует ли их работа изначальным требованиям заказчика). Слишком частые встречи в этой ситуации могут говорить о недостаточной самостоятельности учащегося, который боится сделать новый шаг, не получив инструкцию от руководителя. Пропуск учащимся важных событий или целых цепочек, которые присутствуют у большинства успешных проектов – тоже тревожный знак, который может стать поводом для дополнительной проверки, самостоятельно ли учащийся выполнил свой проект.

Отметим также, что построенная модель может быть существенно улучшена, в первую очередь за счет сбора более точных стати-

стических данных. Этому может поспособствовать, например, обязательное использование таск-трекеров и систем контроля версий на всех этапах работы с проектом. Кроме этого, собранная статистика не отражает существующее в реальности деление проектов на «кластеры»: так, например, одни учащиеся крайне неохотно идут на любые контакты и предпочитают искать информацию сами, другие напротив охотно обращаются за советом к учителям, руководителям и соученикам и так же охотно помогают сами. Однако средний вариант встречается довольно редко, чего текущая статистика не отражает в силу того, что хранит лишь среднее количество транзакций за одну неделю.

Литература

1. *Завриев Н.К.* О роли горизонтальных взаимодействий между участниками исследовательской и проектной деятельности в школе // *Большие данные в образовании: доказательное развитие образования*, РАНХиГС, Москва, 15.10.2021 г.
2. *Kahanda1 I., Nevill J.* Using Transactional Information to Predict Link Strength in Online Social Networks // *Proceedings of the Third International Conference on Weblogs and Social Media, ICWSM 2009, San Jose, California, USA, May 17–20, 2009*
3. *Leclercq D., Poumay M.* The 8 Learning Events Model and its principles. LabSET, University of Liège, 2005.
4. *Moore M.* Theory of transactional distance // In (Keegan D. ed.) *Theoretical Principles of Distance Education*. Routledge, 1997. P. 22–38.
5. *Parrish P.E., Wilson B.G., Dunlap J.C.* Learning Experience as Transaction: A Framework for Instructional Design // *Educational Technology*. 2011. Vol. 51. No. 2. P. 15–22
6. *Svensson O.H., Lundqvist M., Middleton K.W.* Transformative, Transactional and Transmissive Modes of Teaching in Action-based Entrepreneurial Education // *ECSB Entrepreneurship*

Информация об авторе

Завриев Николай Константинович, ГБОУ «Школа 1533 «ЛИТ», г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0627-8647>, e-mail: nzavriev@gmail.com

MODELING AND DATA ANALYSIS FOR DIGITAL EDUCATION

Modeling of project-based learning at school through transactional approach in education

Nikolay K. Zavriev

School #1533 "LIT", Moscow, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0627-8647>

e-mail: nzavriev@gmail.com

The paper is devoted to analyzing secondary school project-based learning (taking projects of "computer science" profile in the Lyceum 1533 as examples) and presenting this process as a series of transactions (educational events). Actors taking part in project-based learning and educational events (transactions) are being classified. A method for modeling this process is proposed, a software model is implemented, and a number of hypotheses are put forward. These hypotheses allow drawing a conclusion about the quality of work based on the chain of educational events obtained, and identify certain problems in the course of its implementation.

Keywords: Project work, modelling, transactional approach, Markov chains.

Funding. The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project number № 19–29–14172

For citation:

Zavriev N.K. Modeling of project-based learning at school through transactional approach in education // *Digital Humanities and Technology in Education (DHTE 2022): Collection of Articles of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. November 17–18, 2022* / V.V. Rubtsov, M.G. Sorokova, N.P. Radchikova (Eds). Moscow: Publishing house MSUPE, 2022. 344–354 p. (In Russ., abstr. in Engl.).

References

1. Zavriev N.K. On horizontal interactions between partners in secondary education project-based learning. *Big data in education and evidence-based education development* at RANEPА, Moscow, 15 October 2021.
2. Kahanda1 I., Nevill J. Using Transactional Information to Predict Link Strength in Online Social Networks. *Proceedings of the Third International Conference on Weblogs and Social Media, ICWSM 2009*, San Jose, California, USA, May 17–20, 2009
3. Leclercq D., Poumay M. The 8 Learning Events Model and its principles. LabSET, University of Liège, 2005.

4. Moore M. Theory of transactional distance. *Theoretical Principles of Distance Education* (Keegan D. ed.). Routledge, 1997. P. 22–38.
5. Parrish P.E., Wilson B.G., Dunlap J.C. Learning Experience as Transaction: A Framework for Instructional Design. *Educational Technology*, 2011, vol. 51, no. 2, pp. 15–22
6. Svensson O.H., Lundqvist M., Middleton K.W. Transformative, Transactional and Transmissive Modes of Teaching in Action-based Entrepreneurial Education. *ECSB Entrepreneurship Education (3E) Conference* At: Cork, Ireland, May 2017.

Information about the authors

Nikolay K. Zavriev, School #1533 “LIT”, Moscow, Russian Federation,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0627-8647>, e-mail: nzavriev@gmail.com