

BPMN НОТАЦИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В EDTECH КОМПАНИЯХ

BPMN NOTATION FOR MODELLING BUSINESS PROCESSES IN EDTECH COMPANIES

I. Polonikov

Summary. This article examines current issues related to business process modelling using modern information technologies. The quantitative prerequisites for using formalised process modelling in the activities of digital platforms are highlighted separately. A comparative analysis of various modelling notations is also carried out in terms of their effectiveness and ability to take into account the specific features of organising learning processes in a digital environment. The study presents a process model of an adaptive educational environment developed by the author and designed in BPMN 2.0 notation, which allows for effective management.

Keywords: notation, digital platform, business process, modelling.

Полоников Илья Валерьевич

Аспирант, Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург
i.polonikov@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению актуальных вопросов, связанных с моделированием бизнес-процессов с применением современных информационных технологий. Отдельно выделены количественные предпосылки использования формализованного процессного моделирования в деятельности цифровых платформ. Также проведен сравнительный анализ различных нотаций моделирования, с точки зрения их эффективности и способности учитывать специфические особенности организации процессов обучения в цифровой среде. В процессе исследования представлена разработанная автором процессная модель адаптивной образовательной среды, спроектированная в нотации BPMN 2.0, позволяющая обеспечить эффективный контур управления.

Ключевые слова: нотация, цифровая платформа, бизнес-процесс, моделирование.

В последние годы технологии в сфере образования получили огромное развитие благодаря техническому прогрессу и растущему спросу на доступные, персонализированные и эффективные решения для обучения. Глобальная индустрия образовательных технологий (EdTech) переживает беспрецедентный рост, обусловленный развитием цифровой инфраструктуры, искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, а также меняющейся динамикой трудовых ресурсов. Согласно исследованию HolonIQ, к концу 2026 году расходы правительств, компаний и потребителей на EdTech достигнут 7,3 трлн дол. [1]. Это в свою очередь предопределяет необходимость использования специальных инструментов, позволяющих описывать сложные и крупные системы бизнес-процессов, с помощью специальных нотаций, которые позволяют обеспечить эффективность EdTech компаний.

Международная практика управления организационными системами демонстрирует устойчивый переход от текстовых регламентов к стандартизированным графическим моделям процессов [2]. Применение формальных нотаций дает возможность снизить неопределённость при проектировании, обеспечить сопоставимость процессов между подразделениями и создать основу для дальнейшей автоматизации и оптимизации. Таблица 1 характеризует количественные и отраслевые предпосылки актуальности применения стандартизированных

средств моделирования процессов в деятельности цифровых образовательных организаций.

Анализ приведённых данных показывает, что рост сложности процессов высокая изменчивость образовательных продуктов и значительные издержки, связанные с автоматизацией, формируют объективную потребность в формализованном описании бизнес-процессов в EdTech компаниях. Кроме того, количественные оценки демонстрируют, что отсутствие единой процессной модели приводит к увеличению затрат, снижению управляемости и росту рисков на этапе внедрения информационных решений [3].

Таким образом, использование стандартизированных нотаций процессного моделирования выступает инструментально обоснованным подходом к повышению эффективности управления и устойчивости функционирования цифровых организационных систем в сфере образования, что подтверждает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы данной статьи.

Несмотря на широкое распространение процессного моделирования в цифровых образовательных организациях, на сегодняшний день сохраняется еще ряд нерешённых методологических и прикладных задач, ограничивающих эффективность его использования в управлении сложными организационно-техническими системами.

Таблица 1.

Количественные предпосылки использования формализованного процессного моделирования в цифровых образовательных платформах¹

Аспект	Наблюдаемая проблема в EdTech	Статистика, подтверждающая актуальность использования специальных нотаций
Рост сложности процессов	Увеличение числа взаимосвязанных процессов (контент, ИТ, маркетинг, поддержка)	В EdTech-платформах среднего масштаба насчитывается 50–150 сквозных бизнес-процессов, из которых до 40 % не формализованы
Масштабирование онлайн-обучения	Быстрое увеличение числа пользователей и курсов	Среднегодовой рост EdTech-рынка составляет 15–20 %, при этом нагрузка на операционные процессы увеличивается пропорционально
Высокие операционные издержки	Неоптимизированные процессы приводят к росту затрат	До 30 % операционных затрат EdTech-компаний связано с ручными или дублирующими операциями
Автоматизация и ИТ-интеграция	Сложность согласования процессов с LMS, CRM, аналитикой	По отраслевым оценкам, 60–70 % ошибок автоматизации связаны с некорректным описанием бизнес-процессов
Управление качеством образовательных услуг	Отсутствие прозрачности процессов обучения	Компании, использующие формализованные модели процессов, демонстрируют снижение числа инцидентов на 20–35 %
Изменяемость образовательных продуктов	Частые обновления курсов и методик	В EdTech продукты обновляются в среднем 2–4 раза в год, что требует оперативного пересмотра процессных моделей
Межфункциональное взаимодействие	Несоответствие между ИТ, методистами и менеджментом	До 25 % задержек проектов вызваны отсутствием единого формального описания процессов
Контроль и мониторинг процессов	Сложность внедрения KPI и метрик эффективности	Нотации позволяют сократить время анализа процессов на 30–50 % по сравнению с текстовыми регламентами
Подготовка к автоматизации и BPMS	Высокая стоимость ошибок на этапе внедрения	Стоимость исправления ошибки на этапе эксплуатации в 5–10 раз выше, чем на этапе моделирования процессов

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении возможностей использования современных нотаций для моделирования бизнес-процессов в EdTech компаниях.

¹ Составлено автором по данным отчетов Object Management Group (OMG), BPTrends Associates, Gartner, McKinsey Global Institute, International Institute of Business Analysis (IIBA)

Итак, прежде всего, необходимо отметить, что нотация для моделирования бизнес-процессов в EdTech компаниях должна позволять назначать каждому пользователю соответствующую задачу в зависимости от его роли в процессе, в нужное время, а также интегрировать различные типы информации, такие как временные события, задачи по проверке, уведомления и оценки [4]. Кроме того, выбирая определенную нотацию, учитывая особенности работы EdTech индустрии и специфику этой сферы, необходимо четко формализовать задачи, которая она призвана решить.

Во-первых, управление курсами должно быть более эффективным и гибким, что позволит сократить затраты времени, необходимого преподавателям для контроля этих задач, а также ускорить и упростить внедрение новых образовательных мероприятий.

Во-вторых, помощь преподавателям визуализировать текущий статус курса и получить доступ к прогрессу каждого студента эффективным и простым способом. Это позволит подключаться вовремя, если студент испытывает замедление или резкое падение продуктивности.

В-третьих, улучшение вовлеченности студентов, что является очевидно ключевой целью, хотя, вероятно, самой сложной для достижения, особенно при большом количестве слушателей на цифровых платформах.

Для обоснования выбора оптимального инструмента моделирования в условиях высокой динамики и технологической сложности, свойственной сфере образовательных технологий, представляется целесообразным провести сопоставление наиболее распространенных стандартов: функционального моделирования (IDEF0), событийных цепочек процесса (EPC) и моделирования бизнес-процессов (BPMN).

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа.

На основании данных, приведенных в таблице 2, можно сформулировать следующие выводы о преимуществе нотации BPMN перед IDEF0 и EPC для EdTech компаний.

Во-первых, ориентация на автоматизацию. Специфика EdTech-компаний подразумевает высокую степень цифровизации: автоматическое открытие доступов к урокам, проверку домашних заданий, рассылку уведомлений и генерацию сертификатов [5]. BPMN является единственной из рассмотренных нотаций, которая позволяет создать модель, готовую к немедленному исполнению в системах управления бизнес-процессами. IDEF0 и EPC остаются описательными инструментами, требующими дополнительного этапа программирования.

Таблица 2.

Сравнительная характеристика нотаций моделирования бизнес-процессов в EdTech компаниях²

Критерий сравнения	IDEFO	ЕРС / методология ARIS	BPMN
Методологический базис	Функциональная декомпозиция. Процесс рассматривается как соподчиненная иерархия функций.	Событийно-управляемая последовательность. Процесс представлен как цепочка событий и функций.	Потокоориентированное моделирование. Процесс рассматривается как поток работ и обмен сообщениями.
Основной объект моделирования	Функция (действие) и связывающие ее потоки (вход, выход, управление, механизм).	Событие (состояние системы) и функция (действие), изменяющая это состояние.	Поток управления, поток данных и взаимодействие между участниками (дорожки/пулы).
Отражение временной последовательности	Отсутствует. Акцент сделан на логической взаимосвязи и иерархии, а не на хронологии выполнения.	Присутствует. Четкая временная последовательность выполнения операций («сверху вниз»).	Присутствует и детализирована. Возможность моделирования временных таймеров, ожиданий и прерываний.
Логические операторы (ветвление процесса)	Ограничены. Реализуются неявно через разветвление стрелок, что затрудняет чтение сложной логики.	Развиты. Используются операторы «И», «ИЛИ», «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» для управления потоком.	Высоко развиты. Включают шлюзы различных типов (в том числе комплексные, основанные на событиях и данных).
Возможность машинного исполнения (автоматизация)	Низкая. Нотация предназначена для описания регламентов верхнего уровня, а не для настройки программного обеспечения.	Средняя. Требует преобразования (трансляции) моделей в другие форматы для исполнения в информационных системах.	Высокая. Модели могут быть напрямую преобразованы в исполняемый программный код (XML-схемы) для систем управления процессами.
Применимость в сфере образовательных технологий	Описание стратегической архитектуры компании (верхний уровень). Не подходит для операционных процессов обучения.	Описание регламентов работы департаментов продаж и сопровождения клиентов без цели мгновенной автоматизации.	Проектирование автоматизированных воронок продаж, сценариев прохождения онлайн-курсов, интеграции с обучающими платформами.

Во-вторых, обработка событийной природы обучения. Образовательный процесс является нелинейным и зависит от множества событий: «Студент сдал тест», «Истек срок подписки», «Вебинар начался». BPMN располагает широким инструментарием для работы с такими триггерами (события-таймеры, сообщения, ошибки), в то время как IDEF0 полностью игнорирует временной аспект, а ЕРС имеет более громоздкую структуру для описания сложных прерываний.

В-третьих, интероперабельность и интеграция. Современный образовательный продукт — это экосистема, включающая систему управления обучением, систему управления взаимоотношениями с заинтересованными сторонами и платежные инструменты. BPMN позволяет детально описать обмен данными между этими системами (потоки сообщений), что критически важно для проектирования бесшовного пользовательского опыта [6].

Таким образом, в то время как IDEF0 целесообразно использовать исключительно на этапе стратегического планирования архитектуры организации, а ЕРС — для

² Составлено автором на основе анализа технических спецификаций Object Management Group (OMG), стандартов National Institute of Standards and Technology (NIST), методологических материалов Software AG (ARIS) и рекомендаций Association of Business Process Management Professionals (ABPMP)

описания процедур, не требующих автоматизации, нотация BPMN является наиболее релевантным инструментом для EdTech-отрасли. Она обеспечивает баланс между наглядностью для бизнеса и точностью, необходимой для технической реализации цифровых образовательных продуктов.

На рис. 1 представлена разработанная автором процессная модель адаптивной образовательной среды, спроектированная в нотации BPMN 2.0. Данная схема демонстрирует изоморфизм графических элементов нотации и компонентов теории автоматического управления. Представленная BPMN-диаграмма иллюстрирует архитектуру интеллектуальной обучающей системы, функционирующей по принципу двойного контура регулирования. В отличие от нотации IDEF0, которая описывает процессы как статическую иерархию функций, BPMN позволяет визуализировать динамику принятия решений в условиях неопределенности.

Итак, BPMN-модель на рис. 1 представлена в виде единого пула процесса, разделенного на две функциональные дорожки, что позволяет разграничить зоны ответственности между участниками системы.

1. Дорожка «EdTech-система»: представляет оперативный контур управления, реализующий логику

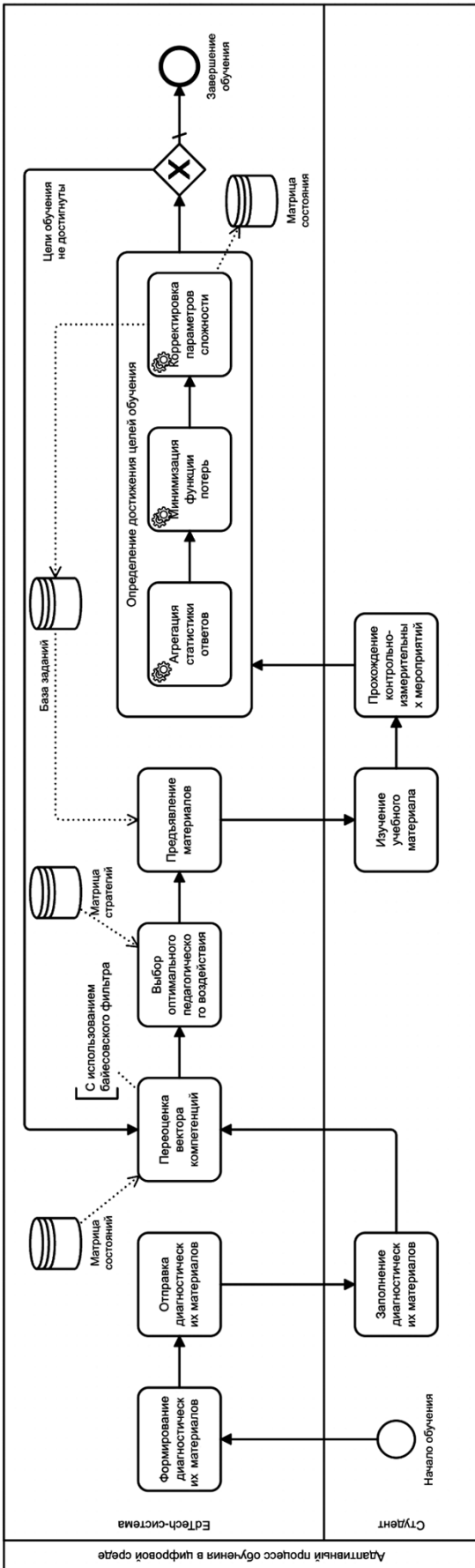


Рис. 1. VRMN-модель адаптивной образовательной среды как системы стохастического управления

адаптации контента и переоценку компетенций в реальном времени.

2. Дорожка «Студент»: отражает последовательность действий обучающегося и его взаимодействие с элементами цифровой среды.
3. Стратегический контур (внешний цикл): реализован через подпроцесс «Определение достижения целей обучения», где данные оперативного взаимодействия используются для калибровки параметров сложности контента.

Для строгого научного обоснования разработанной модели предлагаем ее описать как частично наблюдаемый марковский процесс принятия решений. Образовательная траектория рассматривается как задача оптимального управления стохастическим объектом с латентными (скрытыми) параметрами.

А. Пространство состояний и модель наблюдения.

Задача «Переоценка вектора компетенций» реализует функцию оценки скрытого состояния знаний обучающегося $\theta_t \in \mathbb{R}^n$ (где n — размерность вектора навыков). Поскольку θ_t недоступно прямому измерению, система оперирует вектором уверенности b_t , который является распределением вероятностей над пространством состояний S :

$$b_t(\theta) = P(\theta_t = \theta \mid z_{1:t}, u_{1:t})$$

где $z_{1:t}$ — история ответов студента, $u_{1:t}$ — история предъявленных учебных материалов.

Б. Уравнение динамики и байесовский фильтр.

Переход между задачами BPMN описывается рекуррентным обновлением вектора уверенности по формуле Байеса:

$$b_{t+1}(\theta') = \eta \cdot P(z_{t+1} \mid \theta', u_t) \int_S P(\theta' \mid \theta, u_t) b_t(\theta) d\theta$$

Здесь $P(\theta' \mid \theta, u_t)$ — матрица перехода, отражающая вероятность прироста знаний после изучения материала u_t .

В. Синтез оптимальной стратегии управления. Задача «Выбор оптимального педагогического воздействия» сводится к решению уравнения Беллмана. Целью системы является поиск стратегии π^* максимизирующей ожидаемую полезность на бесконечном горизонте планирования:

$$V^*(b) = \max_{u \in U} \left[R(b, u) + \gamma \int_Z P(z \mid b, u) V^*(\tau(b, u, z)) dz \right]$$

где: $R(b, u)$ — функция награды; $\gamma \in [0, 1]$ — коэффициент дисконтирования; $\tau(b, u, z)$ — функция обновления состояния (переход к следующему шагу BPMN-схемы).

Г. Калибровка параметров системы (внешний цикл).

Пул «Подсистема калибровки контента» реализует задачу максимизации правдоподобия для уточнения параметров сложности контента β . Целевая функция $L(\beta)$ минимизируется методом градиентного спуска:

$$\beta^{(k+1)} = \beta^{(k)} + \alpha \sum_{j=1}^M (z_j - P(z_j \mid \theta_j, \beta^{(k)}))$$

Подводя итоги, отметим, что проведенное исследование обосновывает преимущество нотации BPMN как эффективного инструмента моделирования бизнес-процессов в EdTech компаниях, обеспечивающего необходимую для автоматизации точность описания реализуемых этапов обучения и межсистемного взаимодействия. Научная новизна работы заключается в разработке формализованной модели адаптивной образовательной среды, устанавливающей изоморфизм между графическими элементами нотации и математическим аппаратом частично наблюдаемых марковских процессов принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданович О.В. Цифровизация образования и EdTech как фактор экономического развития в условиях евразийской интеграции // Цифровая трансформация. 2025. Т. 31. № 1. С. 13–21.
2. Кашкутина Е.Н. Методологии моделирования бизнес-процессов. особенности применения нотаций ARIS // Электронные информационные системы. 2022. № 4 (35). С. 22–28.
3. Патрусова А.М. Функциональное моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. Т. 1. С. 103–107.
4. Лапина М.А. Исследование функционального моделирования бизнес-процессов на основе нотаций IDEFO и EEPС // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2023. № 3 (89). С. 65–75.
5. Adrian van Raay, Vanessa Cooper, In Pursuit of Agility: How to Transform Your Organisation's IT Project Selection Process // Information Systems Journal. 2025. Volume 35, Issue 6. P. 23–29.
6. Yousra Bendaly Hlaoui An Approach to Develop Correct-by-Construction Business Process Models Using a Formal Domain Specific Language // Journal of Software: Evolution and Process. 2025. Vol. 37.