

О бизнес-процессах коллаборативного обучения и его компьютерной поддержки: Разработка системы взаимного оценивания

А.И. Коломиец

студент факультета компьютерных наук
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: aikolomiets@edu.hse.ru

О.В. Максименкова

старший преподаватель департамента программной инженерии
младший научный сотрудник Международной научно-учебной лаборатории интеллектуальных систем и структурного анализа
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: omaksimenkova@hse.ru

А.А. Незнанов

кандидат технических наук, доцент департамента анализа данных и искусственного интеллекта
старший научный сотрудник Международной научно-учебной лаборатории интеллектуальных систем и структурного анализа
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
E-mail: aneznanov@hse.ru

Аннотация

Взаимное оценивание — важная часть большинства современных учебных технологий. Внимание к этому методу постоянно растет, причем не только как к варианту процедуры оценивания, но и как к процедуре получения информативной обратной связи и технике развития важнейших системных компетенций. Отметим, что большинство практиков отмечают высокую сложность и ресурсоемкость внедрения и использования взаимного оценивания. Бесспорно, что подходящее программное обеспечение, автоматизирующее процессы взаимного оценивания, может существенно упростить внедрение и повысить эффективность этих процессов.

Обзор литературы и существующих программных решений позволяет выявить несколько «узких мест» в функциональности и взаимодействии с пользователем. Во-первых, большинство систем являются независимо разворачиваемыми web-службами, что расширяет набор инструментов преподавателей и, что более важно, обучаемых. Также это требует отдельных технологических цепочек для поддержки процессов взаимного оценивания и затрудняет интеграцию бизнес-процессов. Во-вторых, авторами не обнаружено доступной бесплатной системы, в которой можно оценивать артефакты, отличные от текстового документа.

В статье рассматриваются требования к современной системе поддержки взаимного оценивания, которая смогла бы широко использоваться преподавателями. После анализа бизнес-процессов взаимного оценивания авторами была разработана оригинальная программная система, получившая название PASCA (peer assessment system for complex artifacts). Продукт использует привычные сервисы электронной почты и не требует изменения никаких других бизнес-процессов образовательной организации. Он обеспечивает стандартные возможности ослепления и рандомизации, а также имеет несколько важных преимуществ: поддержку оценивания произвольных артефактов, создание сложных оценочных листов с автоматической валидацией и простановкой оценок, простой анализ данных сессий взаимного оценивания.

Ключевые слова: оптимизация бизнес-процессов, взаимное оценивание, коллаборативное обучение с компьютерной поддержкой, активное обучение, образовательное программное обеспечение, рандомизация, ослепление.

Цитирование: Kolomiets A.I., Maksimenkova O.V., Neznanov A.A. On business processes of computer-supported collaborative learning: A case of peer assessment system development // Business Informatics. 2016. No. 4 (38). P. 35–46. DOI: 10.17323/1998-0663.2016.4.35.46.

Введение

В контексте современности формирующее оценивание зарекомендовало себя как мощный, эффективный и хорошо обоснованный подход активного обучения [1, 2]. Этот тип оценивания вовлекает студентов в самостоятельное планирование обучения на основе предоставляемой им обратной связи. Сейчас формирующее оценивание широко применяется, активно изучается и обсуждается исследователями и практиками в области обучения [3–6].

Одной из известных практик активного обучения, являющейся реализацией формирующего оценивания, является взаимное оценивание [7–9]. В данной работе под взаимным оцениванием мы понимаем процедуру оценивания, в процессе которой студенты выступают рецензентами работ друг друга, оценивают их согласно набору заранее сформулированных критериев и предоставляют информативную обратную связь.

Отметим, что формирующее оценивание в некотором смысле стало причиной развития коллаборативных и способов контроля знаний [7, 10], как в традиционном, так и компьютерном обучении, например, в компьютерном коллаборативном обучении. В последние годы компьютерные системы взаимного оценивания (КСВО) были включены в некоторые системы управления учебным процессом (learning management systems, LMSs), платформы электронного и дистанционного обучения и платформы массовых открытых онлайн-курсов (massive open online courses, MOOC). Опыт использования КСВО в учебном процессе описан во многих научных работах [3, 11, 12].

Обзор литературы в области образования показал повышенный интерес ко взаимному оцениванию со стороны ученых и практиков, представляющих различные предметные области. Условно исследования можно подразделить на несколько групп. В первую входят описания процесса взаимного оценивания, его верификации и валидации, за авторством представителей образования различных уровней [7, 8, 13]. Вторая группа состоит из междисциплинар-

ных исследований, связанных с проектированием и разработкой образовательного программного обеспечения. В связи со второй группой исследований актуальны вопросы выявления бизнес-процессов взаимного оценивания и их оптимизации, составление требований к КСВО и другие вопросы разработки программного обеспечения [14–16].

Несмотря на то, что анализ бизнес-процессов играет важнейшую роль в проектировании и разработке программного обеспечения, авторам не удалось обнаружить опубликованных детальных требований к КСВО. Однако следует отметить, что учебные процессы на разных уровнях образования достаточно хорошо систематизированы [17].

В данной работе представлены требования к современной КСВО, которые следуют из анализа и формализации процессов взаимного оценивания.

1. Место взаимного оценивания среди бизнес-процессов образования

Взаимное оценивание как вариант формирующего оценивания имеет короткую, но богатую историю. Исследователи в области образования различных областей знаний и стран проводили эксперименты, связанные с реализацией взаимного оценивания [2], его эффективностью [18], шкалированием и т.п. В данном разделе мы обобщили результаты, полученные в этих работах, чтобы понять процессы взаимного оценивания и сформулировать требования к разработке КСВО.

Наиболее значимые результаты по взаимному оцениванию освещены в обзорах ведущих исследователей в области образования в период с 1995 по 2015 годы. Исследования, о которых упоминалось выше, также включены в данные обзоры и рассмотрены с разных точек зрения.

Работы в области реализации взаимного оценивания в высшем образовании, опубликованные с 1980 по 1996 годы, описаны в обзоре К. Топпинга 1998 года [13]. По-видимому, этот обзор является первым, в котором системно рассмотрены вопросы надежности и валидности взаимного оценивания в высшем образовании. К. Топпинг подчеркивает

значимость и необходимость установления правил соответствия и проведения рандомизации при взаимном оценивании. Следовательно, существенным требованием к гибкой системе взаимного оценивания является реализация высококачественных алгоритмов рандомизации.

Выпущенный годом позже обзор количественных исследований, посвященных активным формам оценивания (самооцениванию и взаимному оцениванию) покрывает период с 1987 по 1998 годы [8]. По результатам изучения более 60 отчетов авторы предложили свод рекомендаций по само- и взаимному оцениванию. В обзоре отмечается, что взаимное оценивание играет важную формирующую роль и требует подготовленных ясных и непротиворечивых критериев оценивания. Также авторы обращают особое внимание на необходимость организованной поддержки студентов во время процессов оценивания, но поскольку работа не касается технических деталей, то никакого метода автоматизации процессов оценивания не предлагается.

В 2000 году Н. Фальчиков и Дж. Голдфинч опубликовали мета-анализ исследований, проведенных с 1959 по 1999 годы, связанных со сравнением оценок, сформированных в результате взаимного оценивания и полученных от преподавателя [7]. Подробный обзор 96 количественных и качественных исследований подтвердил широкие возможности взаимного оценивания в различных областях и на разных уровнях образования. Н. Фальчиков и Дж. Голдфинч рекомендовали структуру для использования на практике и еще раз подчеркнули существенность и необходимость информативной обратной связи в процессе взаимного оценивания.

В 2010 году Ван Зундерт с соавторами [10] опубликовали подробный обзор, посвященный эффективности взаимного оценивания и основанный на 26 работах с 1990 по 2007 годы. В обзоре отмечается высокое качество процедур взаимного оценивания с точки зрения психометрики и обобщаются результаты исследований, в целом подтверждающих положительную корреляцию между применением взаимного оценивания и результативностью обучения в различных областях. Особую значимость выводам Ван ЗундERTA придает то, что подтверждается реальная применимость взаимного оценивания в курсах различных специализаций [19]. В частности, цитируется работа [6], описывающая курс по программированию с интегрированной системой взаимного оценивания.

В том же году И. Коллар и Ф. Фишер [20] представили обзор, подтверждающий важность по-

знавательных аспектов взаимного оценивания и частично описывающий модель процессов взаимного оценивания, вводя термины «оцениваемый» (assessee) и «оценщик» (assessor). Оцениваемый посылает «работу» на проверку, а оценщик получает «работу» и предоставляет формирующую обратную связь. В PASCA (peer assessment system for complex artifacts) вместо оцениваемого и оценщика мы используем, соответственно, термины «податель» (submitter) и «рецензент» (reviewer). Отметим, что студент в общем случае играет обе эти роли, когда участвует во взаимном оценивании.

Следующий обзор, полезный для нашего проекта, опубликован Д. Нулти в 2011 году [9]. Автор анализирует большой массив публикаций, касающихся в основном применения взаимного оценивания в дисциплинах первого года обучения. Хотя Д. Нулти не дает практических рекомендаций по использованию взаимного оценивания в практике высшей школы, он предоставляет хорошее обоснование для включения взаимного оценивания во вводные курсы. Это дает надежду на успешное внедрение программного обеспечения при работе с первокурсниками, которые формируют большие потоки, являющиеся максимально трудоемкими для преподавателей.

Обобщая вышеизложенное, заключаем, что к настоящему моменту проделана большая работа по исследованию и внедрению взаимного оценивания. Большой массив источников, включая упомянутые выше обзоры, помог нам определить роли пользователей и уточнить требования к КСВО. Промежуточным результатом стало понимание того, что функциональные требования должны включать отправку и получение как артефактов, так и обратной связи между участниками и администраторами процессов взаимного оценивания, а также рандомизацию рецензентов.

2. Компьютерное взаимное оценивание: вызовы и решения

Со временем КСВО стали частью повседневной учебной деятельности в разнообразных учебных институтах. Особенную популярность они снискали в области обучения компьютеризации и программирования. В действительности, в этой области взаимное оценивание позволяет студентам эффективно развивать навыки, полезные для будущей профессии, такие как анализ кода, рефлексия и т.п.

Большинство ныне известных КСВО реализованы либо как модули используемых систем

управления учебным процессом (learning management systems, LMSs), либо как независимые веб-приложения. Таким образом гарантируется, что любой участник процесса взаимного оценивания может легко получать доступ к ресурсам системы.

Для формирования результирующей оценки большинство систем реализуют различные алгоритмы и взвешивающие баллы, полученные от различных рецензентов. Различия между КСВО определяются такими функциями, как способы анонимизации, поддержка рандомизации и комплексных артефактов, способы взаимодействия между подателем и рецензентом, управление информативной обратной связью, а также условиями, такими как информационные сообщения, связанные со сроками окончания сессий или количеством проверяемых работ.

Типичные представители КСВО наиболее популярные сейчас представлены в *таблице 1*. Часть упомянутых систем спроектирована в результате исследований процессов и алгоритмов взаимного оценивания.

Одной из первых успешных реализаций компьютерного помощника по взаимному оцениванию является веб-приложение NetBeans, описанное группой исследователей в работе [19], где среди исследований, связанных с программированием, опубликовано представительное исследование о практических преимуществах взаимного оценивания в учебном процессе.

В 2002 году М. Фрименом и Дж. Маккинзи была представлена веб-КСВО SPARK [21]. Система спроектирована для взаимного оценивания групповых проектов каждым участником группы.

Похожий подход обнаруживается в системе WebPA [15], разработанной в Центре инженерно-конструкторского образования университета Лафборо. Система нацелена на преодоление разрыва между оценками преподавателя, взаимными оценками и самооценкой. Заметную сложность в развертывании WebPA представляет подготовка и настройка сервера, который должен быть доступен всем участникам процессов взаимного оценивания. Похожий процесс развертывания требует система MyPeerReview, созданная В. Хюрюненом с соавторами в 2010 году [16]. В. Хюрюнен изначально разработал систему для реализации своего варианта взаимного оценивания. Предварительные тесты показали положительное отношение студентов к его варианту реализации и предопределили решение продолжить разработку.

Чтобы освободить пользователей от настройки сервера, Дж. Хамер с соавторами разработал и поддерживает веб-систему Aropä [22]. Система готова к использованию через веб-интерфейс после простой процедуры регистрации. Она используется в образовательных учреждениях по всему миру.

Длительное исследование в области практико-ориентированного интерактивного обучения подтолкнуло к разработке системы Online Studio-Based Learning Environment (OSBLE), представленной К. Хундхаузенем и коллегами в 2010 году [14]. Внедрение системы подтвердило, что использование КСВО повышает вовлеченность студентов и эффективность взаимного оценивания. OSBLE фокусируется на методиках обзора исходного кода программных средств и оптимизировано для взаимодействия с интегрированной средой разработки ПО Microsoft Visual Studio, что, очевидно, заметно сужает область ее применения.

С начала XXI века уровень технологического развития повлиял на ожидания пользователей: они существенно возросли по отношению к используемым программным продуктам. На данном этапе особенно важными являются исследования в области разработки нового поколения КСВО. Например, модуль поддержки процесса взаимного оценивания Workshop, расширяющий функциональность LMS Moodle, не только не требует установки дополнительного программного обеспечения на устройства пользователей, но даже не вынуждает переключаться между вкладками веб-браузера.

Существующие КСВО предусматривают высокий порог вхождения. Для того, чтобы начать пользоваться системой преподаватель, практически наверняка вынужден обращаться за помощью в департамент информационных технологий (или аналогичную структуру своей организации) за помощью в инсталляции и настройке серверов. КСВО, интегрированная с LMS, разумеется, снимает эту проблему, если соответствующая LMS уже используется в университете, однако развертывание и настройка модулей также может требовать поддержки технических специалистов.

Несмотря на то, что современные технологии позволяют вставлять в текст ссылки на произвольные объекты в облачном хранилище, обмен артефактами непосредственно в КСВО остается не только намного более удобным, но и, что более важно, позволяет полноценно реализовать дважды-ослепленное рецензирование.

Таблица 1 позволяет сравнить основные параметры ранее упомянутых решений.

Таблица 1.

Сравнительная таблица некоторых доступных КСВО

PAS	Развертывается как	Артефакты	Анонимизация	Рандомизация	Коммуникация и обратная связь	Особые функции и комментарии
WebPA	Web-based, требует развертывания сервера, Open-source	Не поддерживаются, необходимы дополнительные решения	–	– *)	Обратная связь + уточняющие комментарии	Интеллектуальный алгоритм выставления оценки. Мощный, но переусложненный инструмент
MyPeer-Review	Web-based, требует развертывания сервера	Можно вставлять ссылки на внешние хранилища	+	?	?	Непонятно текущее состояние разработки
Moodle Workshop	Модуль LMS Moodle	Комплексные	+	+	Личные сообщения	Moodle позволяет расширять
Aropa	Web-based	Только текст	+	+	Диалог «податель – рецензент»	Поддержка рецензирования (оценки) рецензентов
OSBLE+	Расширение Visual Studio IDE, Web interface	Исходный код программы	+	+	Сессия рассмотрения контрдоводов подателя, каналы обсуждений	Встроенный «code review», расширенный редактор рубрик

*) Каждый член группы оценивает остальных членов (в соответствии с идеологией)

3. Анализ предметной области

3.1. Основные понятия процессов взаимного оценивания

Определим **взаимное оценивание** (peer assessment, PA) как контрольно-измерительное мероприятие, организованное в форме рандомизированного **взаимного рецензирования** (peer review, PR) произвольных артефактов, являющихся результатом выполнения учебного задания с предварительно формализованными критериями оценивания. Процесс PA одного задания назовем **сессией взаимного оценивания** (СВО). Выделим следующие роли в процессах СВО:

1. **Преподаватель** (teacher) – любой организатор взаимного оценивания, имеющий полный доступ к данным текущей СВО;

2. **Студент** (student) – любой студент, потенциально имеющий возможность участвовать в текущей СВО;

3. **Автор** (initial author) – студент, зарегистрированный в качестве будущего подателя артефакта в текущей СВО;

4. **Податель** (submitter) – студент, направивший артефакт на рецензирование;

5. **Рецензент** (reviewer) – студент, отославший валидный оценочный лист.

Следующие объекты данных являются базовыми в рамках СВО.

1. **Параметры СВО** (PA session parameters) – набор формальных параметров текущей СВО (пути, идентификаторы, тема, дедлайны и т.п.);

2. **Учебное задание** (assignment) – учебное задание, выполняемое студентами в рамках СВО;

3. **Оценочный лист** (PR form) – таблица, специфицирующая поля рецензии для конкретного типа артефакта и конкретного задания, содержит понятные рецензенту описания полей, примеры заполнения и правила валидации значений полей. Адекватная форма оценивания всегда содержит дополнительное текстовое поле «свободный комментарий» для неформальных впечатлений рецензента;

4. **Подача** (submission) – 1) артефакт, направленный на рецензирование конкретным отправителем в рамках текущей СВО; 2) событие отправления артефакта;

5. **Рецензия** (review) – 1) заполненный оценочный лист, отосланный рецензентом; 2) событие отправления заполненного оценочного листа;

6. **Обратная связь** (feedback) – любая дополнительная информация от студента, отличная от подачи и рецензии.

Некоторые замечания о базовых понятиях и терминологии:

1. В нашем варианте внедрения процедур взаимного оценивания предполагается, что множество рецензентов есть подмножество подателей (в тер-

минах теории множеств). Но ничего не мешает разнести построение этих множеств для других схем проведения взаимного оценивания.

2. Мы используем различные глаголы «подать» (submit) и «разослать» (send / broadcast) для различения действий на стадии сбора артефактов (submissions) и в других ситуациях.

3.2. Бизнес-процессы сессии взаимного оценивания

Пять стадий СВО представлены в *таблице 2*. После анализа процессов СВО мы выявили фазы, в которых будет получен наибольший эффект от автоматизации действий пользователя.

Таблица 2.

Стадии сессии взаимного оценивания

№.	Название	Иницирующее событие	Завершающее событие
1.	Подготовка	Создание СВО	Завершение конфигурации СВО
2.	Сбор артефактов (подач)	Рассылка Задания авторам	Дедлайн подачи "Submission_end"
3.	Сбор рецензий	Broadcast artifacts to Reviewers	Дедлайн рецензирования "Review_end"
4.	Анализ результатов взаимного рецензирования	Сбор Рецензий	Дедлайн рассылки результатов "Result_message"
5.	[Опционально] Получение обратной связи по результатам СВО	Отправка первого сообщения	Завершение дисциплины или цикла обучения

Рисунок 1 представляет собой визуализацию процессов СВО с точки зрения преподавателя, выполненную в нотации Business Process Model and Notation (BPMN 2.0). Это наиболее высокоуровневое представление процессов без технологических подробностей, то есть без полосы (lane), относящейся к системе взаимного оценивания.

3.3. Основные сценарии использования

В соответствии с BPMN-диаграммой (*рисунок 1*) приведем список основных сценариев PASCA для роли преподавателя, учитывая стадии СВО:

1. Стадия подготовки:
 - a. Подготовка учебного задания (файла с его описанием).
 - b. Подготовка шаблона оценочного листа (возможно, в виде рубрики (rubrics) с правилами

валидации и алгоритмом оценивания.

- c. Подготовка исходного списка участников СВО (авторов) с адресами электронной почты.
 - d. Заполнение параметров СВО, включая расписание.
 - e. Анонимизация участников и построение схемы рандомизации взаимного рецензирования, включая начальное отображение между подаателями и рецензентами.
2. Стадия сбора артефактов (подач):
 - a. Рассылка файла с описанием учебного задания авторам.
 - b. Сбор подач от авторов.
 - c. [Опционально] Адаптивная рандомизация — изменение отображения между подаателями и рецензентами на основе собранных подач.
 3. Стадия сбора рецензий:
 - a. Рассылка артефактов и оценочных форм рецензентам.
 - b. Сбор рецензий (заполненных оценочных листов) от рецензентов.
 - c. Подсчет итоговых оценок и обновление статуса всех участников СВО.
 4. Стадия анализа результатов взаимного рецензирования:
 - a. Рассылка результатов СВО подаателям или всем авторам.
 - b. Получение обратной связи от подаателей и корректировка итоговых оценок.
 - c. Построение итогового отчета по СВО.
 5. [Опционально] Постоянно доступные сценарии:
 - a. Проверка доступности электронной почты и параметров почтового ящика.
 - b. Архивирование данных СВО и сообщений в почтовом ящике.
 - c. Проверка статуса подаателей и рецензентов.
 - d. Рассылка информационных писем участникам СВО.

3.4. Требования к программному обеспечению

Основываясь на узких местах, обнаруженных при анализе процессов и существующих систем поддержки взаимного оценивания, сформулированы следующие требования.

1. Система должна поддерживать:
 - a. сложные составные артефакты как содержимое подач (включая исходные коды программ, диаграммы, базы данных, готовые приложения и т.п.);

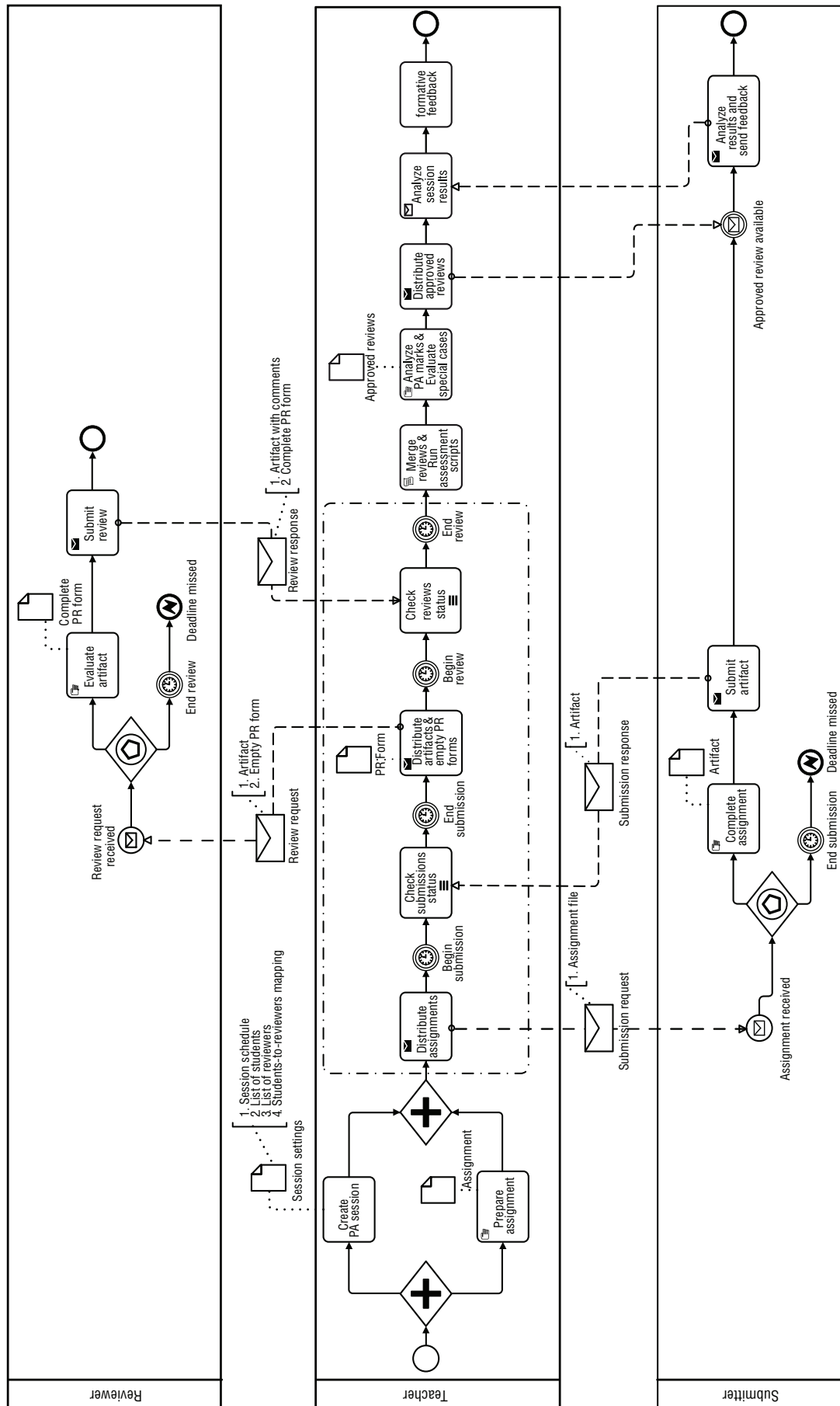


Рис. 1. BPMN-диаграмма основных процессов СВО с точки зрения преподавателя

- b. комплексные оценочные листы, которые легко изменять и дополнять;
- c. автоматическую валидацию оценочных листов;
- d. автоматическую предварительную оценку артефактов на основе заполненных оценочных листов.

2. Студент не должен изучать дополнительное программное обеспечение (мы предполагаем, что студент уже знаком с электронной почтой и базовым офисным ПО).

3. Преподаватель не должен испытывать трудностей при интеграции PASCA в стандартную ИТ-инфраструктуру университета.

Другие функциональные требования к приведенным выше сценариям:

1. импорт списков студентов (авторов) из внешних источников;
2. автоматическая конвертация учебных заданий в формат PDF при рассылке;
3. поддержка нескольких адресов электронной почты для одного студента;
4. базовая анонимизация артефактов;
5. «ослепление» участников для одно- и дважды-ослепленных процессов рецензирования;
6. рандомизация рецензентов;
7. подготовка оценочных листов, независимая от других сценариев взаимного оценивания;
8. автоматический расчет итоговой оценки по заполненным оценочным листам после завершения рецензирования;
9. генерация отчетов по статусу подач, рецензий и итоговых результатов СВО.

Базовые нефункциональные требования:

1. зависимость только от стандартных компонентов Microsoft Office;
2. поддержка произвольного IMAP-совместимого почтового сервера.

4. Проектирование программного обеспечения

Программный комплекс PASCA спроектирован так, чтобы использовать Microsoft Office 2010–2016 или Office 365 на компьютере преподавателя. При этом задействуются компоненты Excel, Outlook и Word. В качестве почтового сервера оптимально использовать Microsoft Exchange (2010 или новее), но PASCA поддерживает любой IMAP-совместимый

почтовый сервер. К настоящему моменту система протестирована в следующем окружении:

1. операционные системы Microsoft Windows 7, 8.1 и 10;
2. Microsoft Office 2010, 2013, 2016 и 365.
3. почтовые ящики, предоставленные Google (<http://mail.google.com>) и Yahoo! (<http://mail.yahoo.com>).

Общие объемные характеристики системы относительно малы (около 2400 строк исходного кода), поскольку большинство низкоуровневых задач выполняется компонентами Microsoft Office Suite. В качестве хост-системы мы используем Microsoft Excel (рисунки 2), который также играет роль хранилища данных и генератора отчетов.

PASCA фокусируется на основных сценариях СВО с точки зрения преподавателя. Архитектура программного комплекса обеспечивает высокий уровень доступности и повторного использования материалов СВО (списков авторов, оценочных листов, отчетов).

4.1. События СВО и аутентификация участников

Если система поддержки взаимного оценивания базируется на рассылке почтовых сообщений, то она зависит от существующей инфраструктуры электронной почты [23]. PASCA использует конкретный почтовый ящик для коммуникации с участниками взаимного оценивания. Этот почтовый ящик (т.е. его адрес) может меняться от сессии к сессии, но должен быть неизменен в рамках сессии. Все автоматически генерируемые сообщения с этого адреса подписываются как “Peer Review Robot”.

Для всех задач, требующих обработки почтовых сообщений, используется Microsoft Outlook. Это означает, что преподаватель должен предварительно настроить учетную запись Outlook, после чего задать используемый адрес электронной почты и название папки входящих сообщений в параметрах СВО. Это решение может трактоваться как недостаток, но на практике оказалось очень удачным из-за большого числа готовых инструментов, доступных в Outlook.

Инфраструктура электронной почты обуславливает два главных типа событий в PASCA: отправку сообщения и прием сообщения с отметками времени, генерируемыми сервером электронной почты. Важно, что студент может использовать

Рис. 2. Содержание главного листа рабочей книги PASCA (последующие иллюстрации в полном разрешении доступны по адресу <https://bitbucket.org/SiberianShaman/pasca/wiki/edit/ScreenShots>).

«вторичный адрес» на стадии сбора подач в дополнение к первичному (основному) адресу, зафиксированному при создании списка авторов. На всех последующих стадиях СВО адреса отправителей сообщений проверяются на соответствие первичному или вторичному адресу студента. Все данные СВО на момент наступления события представлены вложениями (attachments) в соответствующих сообщениях.

4.2. Рабочая книга сессии взаимного оценивания

Каждая СВО представлена единственной рабочей книгой Excel. Первый лист книги отведен под список авторов, второй — под параметры сессии взаимного оценивания, а оставшиеся — под схему рандомизации, статусы подач и рецензий, а также различные отчеты. В результате большая часть данных о СВО доступна в ее рабочей книге и может быть легко проанализирована и визуализирована средствами Excel.

Авторы полагают, что у Преподавателя исходно есть список студентов с их почтовыми адресами, которые в некоторых случаях требуют дополнительной проверки (что PASCA делает автоматически). Например, мы столкнулись с проблемой ис-

пользования буквы «ё» русского алфавита, в случае ее замены на «е» в имени студента.

4.3. Анонимизация и рандомизация

В рамках СВО каждый автор и, как следствие, податель и рецензент имеют закрепленный за ними случайный уникальный шестизначный идентификатор из диапазона [100000–999999]. Каждый оценочный лист имеет случайный уникальный семизначный идентификатор, принадлежащий диапазону [1000000–9999999]. Таким образом гарантируется, что множество идентификаторов участников процесса не пересекается с множеством идентификаторов оценочных листов. Все действия используют эти идентификаторы, генерируемые в процессе создания рабочей книги для СВО по исходному списку авторов.

Для обеспечения рандомизации авторов и рецензентов было предложено несколько схем и алгоритмов. Для стандартной рандомизации авторов был использован обычный неадаптивный алгоритм, основанный на классическом перестановочном алгоритме Р. Дурштенфельда [24], с проверкой, что одна и та же подача не будет назначена одному рецензенту.

Для рандомизации рецензентов используется адаптивный алгоритм, учитывающий пропущенные (пустые) подачи. В настоящее время авторы системы продолжают эксперименты с различными схемами рандомизации.

4.4. Создание оценочных листов, валидация и оценивание

С точки зрения Рецензента главным объектом данных является оценочный лист. Он представлен отдельной рабочей книгой Excel, содержащей собственно оценочный лист, содержащий набор полей, правила валидации и сколь угодно сложный алгоритм оценивания. Первая строка первого листа содержит уникальный идентификатор оценочного листа, текстовый идентификатор СВО (помогающий рецензенту сопоставить оценочный лист с заданием) и кнопку для проверки валидности значений, предоставленных в поля листа.

Рабочая книга СВО в параметрах, среди прочего, содержит ссылку на используемый сессией оценочный лист и количество полей в нем.

5. Пилотное внедрение PASCA и результаты совершенствования

Работы, показавшие эффективность взаимного оценивания для учебных дисциплин первого курса бакалавриата [9, 10], позволили авторам провести пилотное внедрение PASCA в учебный процесс в осеннем семестре 2015–2016 учебного года в рамках курса «Введение в программирование» факультета компьютерных наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». В сессиях взаимного оценивания приняли участие 48 первокурсников бакалавриата образовательной программы «Программная инженерия». По результатам курса студентам был предложен опросник, в котором содержались вопросы об опыте взаимодействия с PASCA. Подробно структура опросника, результаты и выводы представлены в работе [25].

Опыт пилотного внедрения позволил избавиться от некоторых неточностей и позднее обсуждался авторами с коллегами на семинарах и конференциях. В настоящее время ведется работа по следующим направлениям:

1. интеграция PASCA с новой технологической платформой Microsoft Office 365 Education;
2. переработка системы оповещений. В настоящее время в PASCA используется внешний IMAP-совместимый почтовый сервер, автоматические

оповещения отсутствуют ввиду недоступности функций обратного вызова на стороне сервера;

3. поддержка предварительной верификации артефактов для помощи рецензентам. Желательно, чтобы PASCA позволяла валидировать базовые артефакты или распространенные типы артефактов, например, проверяла размеры файлов или компилируемость исходного кода;

4. развитие адаптивных схем рандомизации;

5. повышение качества процедур ослепления для малых групп студентов. Проблема связана с необходимостью дополнительной анонимизации артефактов. Авторы планируют реализовать базовые проверки на присутствие идентифицирующей информации в артефактах;

6. добавление анализа и отчетов для предотвращения мошенничества.

Заключение

В статье предпринята попытка систематизировать бизнес-процессы взаимного оценивания в обучении. Авторами представлены требования к современной системе взаимного оценивания и их детализация для подобной системы, разработанной на базе механизмов электронной почты и получившей название PASCA (Peer-Assessment System for Complex Artifacts). В процессе использования этой системы участники учебного процесса (студенты и преподаватели) ограничиваются стандартными действиями по работе с электронной почтой, от них не требуется создание нового бизнес-процесса или изучение нового программного обеспечения. Кроме того, PASCA поддерживает оценивания артефактов любого типа, «ослепление» и рандомизацию во время сессии взаимного оценивания, а также комплексные оценочные листы с автоматической валидацией и оцениванием.

В настоящее время PASCA содержит все функции, описанные в данной статье. Система успешно апробирована в рамках дисциплины «Введение в программирование» для студентов первого курса бакалавриата образовательной программы «Программная инженерия» НИУ ВШЭ. Обратная связь, полученная от студентов, стала основой для выявления дальнейших направлений работы над системой. Планируется улучшить PASCA за счет добавления оповещений, валидаторов данных и адаптивных алгоритмов рандомизации.

PASCA является проектом с открытым кодом и в настоящее время свободно доступна в репозитории Bitbucket (<http://bitbucket.org/SiberianShaman/pasca>). ■

Литература

1. Clarke S. Active learning through formative assessment. London: Hodder Education, 2008.
2. Tillema H. Student involvement in assessment of their learning // In: Designing assessment for quality learning. Dordrecht: Springer, 2014.
3. Anson R., Goodman J.A. A peer assessment system to improve student team experiences // Journal of Education for Business. 2014. Vol. 89. No. 1. P. 27–34.
4. Peer and self assessment in massive online classes / C.W.K.P. Kulrarni [et al.] // ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). 2013. Vol. 20. No. 6. P. 1–31.
5. Hamalainen H., Hyrynen V., Ikonen J., Porras J. Applying peer-review for programming assignments // International Journal on Information Technologies & Security, 2011. No. 1. P. 3–17.
6. Davies P. Peer assessment: judging the quality of students' work by comments rather than marks // Innovations in Education and Teaching International. 2006. No. 43. P. 69–82.
7. Falchikov N., Goldfinch J. Student peer assessment in higher education: A meta-analysis comparing peer and teacher marks // Review of Educational Research. 2000. Vol. 70. No. 3. P. 287–322.
8. Dochy F., Segers M., Sluijsmans D. The use of self-, peer and co-assessment in higher education: a review // Studies in Higher Education. 1999. Vol. 24. No. 3. P. 331–350.
9. Nulty D.D. Peer and self-assessment in the first year of university // Assessment & Evaluation in Higher Education. 2011. Vol. 36. No. 5. P. 493–507.
10. van Zundert M., Sluijsmans D., van Merriënboer J. Effective peer assessment processes: Research findings and future directions // Learning and Instructions. 2010. No. 20. P. 270–279.
11. Isomottonen V., Tirronen V. Teaching programming by emphasizing self-direction: How did students react to the active role required of them? // ACM Transactions on Computing Education. 2013. Vol. 13. No. 2. P. 6–21.
12. Carroll J.M., Jiang H., Borge M. Distributed collaborative homework activities in a problem-based usability engineering course // Education and Information Technologies. 2015. No. 20. P. 589–617.
13. Topping K. Peer assessment between students in colleges and universities // Review of Educational Research. 1998. Vol. 68. No. 3. P. 249–276.
14. Hundhausen C., Agrawal A., Ryan K. The design of an online environment to support pedagogical code reviews // Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 10–13 March 2010, Milwaukee, Wisconsin, USA. P. 182–186.
15. Loddington S., Pond K., Wilkinson N., Willmot P. A case study of the development of WebPA: An online peer-moderated marking tool // British Journal of Educational Technology. 2009. No. 40. P. 329–341.
16. Hyrynen V., Hamalainen H., Ikonen J., Porras J. MyPeerReview: An online peer-reviewing system for programming courses // Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. 28–31 October 2010, Koli National Park, Finland. P. 94–99.
17. HEI-UP business process management in higher education institutions. Project results. 2015. [Электронный ресурс]: <http://www.bpm-hei.eu/index.php/news> (дата обращения: 19.08.2015).
18. Lew M.D.N., Awis W.A.M., Schmidt H.G. Accuracy of students' self-assessment and their beliefs about its utility // Assessment & Evaluation in Higher Education. 2010. Vol. 35. No. 2. P. 135–156.
19. Lin S.S.J., Liu E.Z.F., Yuan S.M. Web-based peer assessment: feedback for students with various thinking-styles // Journal of Computer Assisted Learning. 2001. No. 17. P. 420–432.
20. Kollar I., Fischer F. Peer assessment as collaborative learning: A cognitive perspective // Learning and Instruction. 2010. No. 20. P. 344–348.
21. Freeman M., McKenzie J. SPARK, a confidential web-based template for self and peer assessment of student teamwork: Benefits of evaluating across different subjects // British Journal of Educational Technology. 2002. No. 33. P. 551–569.
22. Hamer J., Kell C., Spence F. Peer assessment using Aropä // Proceedings of the Ninth Australasian Conference on Computing Education. 2007. Vol. 66. P. 43–54.
23. Klensin J. RFC-5321: Simple mail transfer protocol // IETF Documents. 2008. [Электронный ресурс]: <https://tools.ietf.org/html/rfc5321> (дата обращения: 01.05.2016).
24. Durstenfeld R. Algorithm 235: Random permutation // Communications of the ACM. 1964. Vol. 7. No. 7. P. 420.
25. Maksimenkova O., Neznanov A. The PASCA: A mail based randomized blinded peer assessment system for complex artifacts // Procedia Computer Science. 2016. No. 96. P. 826–837.