

На правах рукописи

Логинов Константин Викторович

**МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОХОЖДЕНИЯ
УЧЕБНОГО КУРСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОБЫТИЙНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ
ИГРОВЫХ МЕХАНИК**

Специальность: 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена на факультете программной инженерии и компьютерной техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Научный руководитель: **Шиков Алексей Николаевич,**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Большаков Александр Афанасьевич,**
доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики Института прикладной математики и механики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Котова Елена Евгеньевна,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации и процессов управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный Электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

Ведущая организация: **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург**

Защита состоится 7 октября 2021 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д ПНИПУ.05.01 на базе ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по адресу: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, дом 29, аудитория 345.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (<http://www.pstu.ru>).

Автореферат разослан « » _____ 2021 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат экономических наук, доцент

А.О. Алексеев

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. В современных реалиях существующих социально-экономических условий для обеспечения конкурентоспособности компаний на рынке, особенно инновационных, необходимо организовывать процессы корпоративного обучения. Рост уровня владения компетенциями, необходимыми для производства компании, сотрудниками является одной из целевых инвестиций для повышения интеллектуального потенциала коллектива. Подобный вид инвестиций позволяет повысить мотивацию сотрудников, а также их преданность компании; формирует базу знаний и лучших практик, используемых в производстве; позволяет реализовать механизм преемственности управления.

Для сотрудников компаний прохождение корпоративного обучения позволяет постоянно повышать уровень владения необходимым набором компетенций, тем самым повышая свою стоимость как профессионала на рынке труда; осуществлять вертикальный или горизонтальный карьерный рост.

Реализация процессов внедрения корпоративного обучения является выгодным вложением для работодателя и возможностью профессионального роста для персонала компании. Однако реализация данного процесса должна удовлетворять ряду требований: минимизация времени, затрачиваемого на обучения; минимизация времени рабочих часов преподавателя-эксперта; обеспечение максимальной эффективности проведённого обучения.

В последние годы наблюдается переход от классического массового очного обучения персонала к электронному обучению на основе дистанционных технологий. Но при реализации обучения в рамках новой парадигмы наблюдаются проблемы, связанные с организацией электронного обучения и эффективностью его использования. Прежде всего, низкие результаты прохождения такого обучения обуславливаются низким уровнем мотивации и вовлечённости сотрудников в этот процесс, а также сложностью применяемых инструментов обеспечения проведения электронного обучения. Так по статистике порядка 40% сотрудников используют поисковые системы, прежде чем уточнить необходимую информацию у коллег или воспользоваться системой корпоративного обучения.

Анализ проводимого корпоративного обучения большинства компаний показывает не слишком высокую конверсию проведённого обучения в реальные навыки, приобретённые в ходе обучения, которые применяются на практике сотрудниками. По результатам исследования, проведённого 24X7 Learning survey, только 12% сотрудников применяют навыки, полученные в результате корпоративного обучения, в своей работе, а исследование, представленное в McKinsey survey, показывает, что лишь 25% респондентов считают, что обучение заметно улучшает производительность труда. Стоимость проводимого корпоративного обучения является одним из ключевых факторов, который может препятствовать реализации данного процесса. Согласно результатам исследования, представленным в Grovo research report, общие потери для бизнеса от неэффективного обучения составляют около 13,5 млн. долларов в год на 1000 сотрудников. Слишком высокие издержки реализации курсов корпоративного обучения связаны с отсутствием или сложностью стандартов их реализации, а также отсутствием общих подходов к обеспечению инструментов повышения уровня мотивации и вовлечённости; высоким порогом входа и требованиями к техническим компетенциям сотрудников, реализующих данный процесс. Актуальность темы исследования обуславливается необходимостью разработки таких моделей, метода, подходов и инструментов, которые позволят реализовать процесс корпоративного обучения и развития персонала с использованием игровых механик для повышения вовлечённости и мотивации, а так же улучшения показателей эффективности проводимого корпоративного обучения согласно всем уровням модели Киркпатрика, в том числе и тем, которые отражают корреляцию между проводимым обучением и фактическим использованием приобретенных знаний и навыков на практике, влияние проводимого обучения на значение бизнес метрик компаний; которые позволят систематизировать и

унифицировать имплементацию воздействий игровых механик в рамках реализации корпоративного обучения, снизив при этом требования к техническим компетенциям сотрудников и экспертов, реализующих и поддерживающих данный процесс, а так же повышая гибкость изменений, вносимых в реализацию системы корпоративного обучения с использованием игровых механик. Также актуальность исследования подкрепляется результатами анализа влияния применения геймификации, проводимых различными международными агентствами. Так, например, отчёт TalentLMS's за 2019 год демонстрирует, что в случае использования игровых элементов при реализации корпоративных обучающих курсов мотивация сотрудников возрастает с 28% до 83%, а скучным данный процесс считают всего 12% относительно 49% персонала, обучавшегося без внедрения геймификации.

Цель диссертационного исследования в повышении эффективности систем электронного обучения персонала компаний состоит в разработке и исследовании метода и моделей управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик, автоматической генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик.

Основные задачи диссертационной работы:

1. Исследование проблем управления корпоративными системами электронного обучения.
2. Разработка формальной модели событийно-ориентированных игровых механик.
3. Разработка информационной модели электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик;
4. Разработка формальной модели выбора оптимального набора используемых игровых механик в рамках реализации электронного обучающего корпоративного курса;
5. Разработка модели процесса прохождения электронного обучающего курса;
6. Разработка и внедрение метода автоматической генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик;
7. Проведение экспериментов и апробации разработанных в ходе диссертационного исследования решений, а также оценка эффективности их внедрения.

Методы исследования. Теоретическую и методологическую основу составили труды, основные положения и выводы отечественных и зарубежных учёных, исследователей, экспертов и разработчиков компьютерных технологий обучения. Для исследований в рамках подготовки диссертации были использованы методы системного анализа, статистического и сравнительного анализа, методы эмпирического исследования и логического анализа. Применение данных методов позволило дать обоснование, полученным в ходе диссертационного исследования, результатам. В диссертации использованы Интернет-ресурсы и информационные данные из докладов, представленных на национальных и международных научно-практических конференциях.

Личный вклад соискателя ученой степени заключается в получении результатов, изложенных в диссертации, в описании формальной модели событийно-ориентированных игровых механик, проектировании информационной модели электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик, разработке модели процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик и метода автоматической генерации воздействий класса событийно-ориентированных игровых механик, модификации существующих платформ электронного обучения, использующих в рамках реализации обучения и развития персонала компаний, на которых проводилась апробация и внедрение, с целью обеспечения возможности использования событийно-ориентированных игровых механик, помощи, в адаптации обучающего контента и настройке правил генерации воздействий игровых механик, сборе экспериментальных данных о результатах прохождения обучающих корпоративных курсов, их обобщении и анализе. Выработка практических рекомендаций по использованию разработанного метода.

Научная новизна выполненных исследований заключается в разработке и внедрении нового метода автоматизированной генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик, основанного на мониторинге действий пользователя и продукционных правилах их отображения, позволяющий изменять набор используемых игровых механик без их влияния друг на друга и создавать собственные игровые механики. Предложена и реализована информационная модель электронной системы корпоративного обучения на основе стандарта xAPI, существенно расширяющая возможности для использования игровых механик.

Разработана модель выбора оптимального набора используемых игровых механик на основе постановки задачи многокритериальной оптимизации относительно достижения четырёх уровней модели Киркпатрика оценки эффективности проводимых корпоративных обучающих курсов. Предложена модель реализации оценивания результатов выполнения учебных заданий с учетом игровой механики предписания. Формализован процесс подбора кандидатов на конкретную роль с учётом использования игровых механик. Разработана, апробирована модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе детерминированного конечного автомата, позволяющая проводить мониторинг процесса прохождения обучающих курсов с применением игровых механик.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в уточнении теоретических основ разработки корпоративных систем электронного обучения на основе применения событийно-ориентированных игровых механик и метода организации автоматизированного управления генерацией воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса.

Практическая значимость определяется прикладной направленностью основных положений диссертации, конструктивным характером предложенных моделей и метода, а также реализацией результатов диссертационного исследования в виде программного обеспечения. Полученные результаты диссертационного исследования апробированы и внедрены на предприятиях ООО «Биарум», ГК «СКАУТ», ООО «РосБалт», ЗАО «Санкт-Петербургская Образцовая Типография».

Степень научной разработанности проблемы.

Значительный вклад в развитие теории использования геймификации внесли Ли Шелдон, Г. Циккерман, Дж. МакГонигл, Дж. Линдер, К. Каннинген, К. Вербах, Д. Хантер, К. Хиотари и другие ученые и эксперты, работы которых отразили результаты проведенных исследований сущности геймификации, определения ее видов, возможных приложений. Однако их работы больше посвящены рассмотрению геймификации с точки зрения психо-эмоциональных, идеологических и бизнес подходов. Значительный вклад в разработку решения рассматриваемой проблемы вносится практиками внедрения геймификации в процессы подбора кандидатов, прохождения адаптации персонала и развития сотрудников таких компаний как Сбербанк, McDonald's, L'Oréal, Renault, Marriott, Deloitte, Astra Zeneca и другими. На данный момент существует проблема с унифицированным подходом к рассмотрению воздействий совокупности игровых механик, с декомпозицией сущности игровой механики с целью управления выработкой её воздействий. Реализация игровых приложений с элементами обучения не является оптимальным подходом в случае необходимости постоянного проведения корпоративного обучения вследствие отсутствия возможности гибкого переиспользования компонентов.

Традиционный подход к определению воздействий игровых механик относительно текущего положения в пространстве состояний не позволяет гибко изменять правила генерации этих воздействий, наблюдаются жёсткие зависимости между логикой нескольких игровых механик, что не позволяет изменять состав используемых игровых механик без влияния друг на друга. Имплементация правил генерации воздействий игровых механик непосредственно в коде игровых приложений, либо геймифицированных систем управления обучением не позволяет снизить требования к техническим компетенциям лиц,

ответственных за проведение обучения, не позволяет переиспользовать существующие компоненты и правила.

Объект исследования – корпоративные системы обучения и развития персонала.

Предмет исследования – метод и модели управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик, автоматической генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.

Диссертационная работа выполнена в рамках Паспорта научной специальности 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, соответствует содержанию специальности в части «Исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов в экономике и обществе с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления на основе развития и использования методов теории управления и принятия решений», а также соответствует следующим его пунктам:

4. Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах.

6. Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления социальными и экономическими системами.

12. Разработка новых информационных технологий в решении задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах.

На защиту выносятся:

1. Информационная модель электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик, удовлетворяющая требованиям стандарта xAPI, на основе которой реализована информационная система управления электронным корпоративным обучением, позволяющая имплементировать предлагаемый метод автоматической генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик, а также реализовать подход смешанного обучения и использование мобильных технологий. (6 пункт паспорта специальности 05.13.10)
2. Модель выбора оптимального набора используемых игровых механик на основе постановки задачи многокритериальной оптимизации относительно достижения четырёх уровней модели Киркпатрика оценки эффективности проводимых корпоративных обучающих курсов, которая позволяет на основе экспертных оценок эффективности отдельных показателей конкретных игровых механик и весовых коэффициентов важности каждого из показателей получить целевой вектор потенциально используемых игровых механик из совокупности предложенных. (4 пункт паспорта специальности 05.13.10)
3. Модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе конечного детерминированного автомата, учитывающая использование игровых механик, позволяющая реализовать систему мониторинга прохождения обучающих курсов с целью выявления наиболее проблемных элементов курса и отслеживания влияния использования игровых механик на процесс прохождения курса. (4 пункт паспорта специальности 05.13.10)
4. Метод автоматической генерации воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса, на основе продукционных правил обработки событий, который в отличие от существующих решений позволяет гибко изменять набор используемых игровых механик без влияния друг на друга, повышая масштабируемость системы относительно совокупности используемых игровых механик; создавать собственные игровые механики, снизив требования к уровню владения техническими компетенциями. Метод основан на предложенной формальной модели событийно-ориентированной игровой механики, которая позволяет декомпозировать сущность игровой механики и рассматривать её воздействие как

объект управления, тем самым обеспечивая возможность унификации правил генерации воздействий всего класса событийно-ориентированных игровых механик. (4 пункт паспорта специальности 05.13.10)

Степень достоверности результатов проведенных исследований обеспечена системным подходом к решению задач автоматизированного управления генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик, опорой на современные методы и средства моделирования и проектирования сложных человеко-машинных систем, корректным использованием экспериментальных данных и подтверждена внедрением полученных результатов в ходе диссертационных исследований в обеспечение процесса управления корпоративным электронным обучением.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов диссертационной работы была проведена в компании г. Санкт-Петербурга: ООО «Биарум», ГК «СКАУТ», ООО «РосБалт», ЗАО «Спб Образцовая Типография». Справки о практическом применении результатов диссертационной работы включены в приложения к тексту диссертации.

Результаты исследований, включённые в диссертацию, докладывались соискателем на международных и всероссийских конференциях: XLVI Научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО (31.01.2017 – 03.02.2017); IX Международная научно-практическая конференция «Роль инноваций в трансформации современной науки» (01.06.2017); Международная научно-практическая конференция «Информация как двигатель научного прогресса» (22.01.2018); XLVII Научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО (30.01.2018 – 02.02.2018); Международная научно-практическая конференция «Вопросы современных научных исследований» (20.06.2018); Международная научно-практическая конференция «Научные разработки: евразийский регион» (14.02.2019); VIII Конгресс молодых ученых (КМУ) (15.04.2019 – 19.04.2019); XLIX научная и учебно-методическая конференция ИТМО (29.01.2020 – 01.02.2020); Международная научно-практическая конференция «Трансформация моделей корпоративного управления в новых экономических реалиях» (СС2020) (20.11.2020).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 15 статей (в том числе 3 статьи, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования Web of Sciences и Scopus, 7 статей из перечня изданий, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Разработана, исследована и прошла государственную регистрацию программа для ЭВМ № 2018618265 «Корпоративная система электронного обучения и повышения квалификации персонала на основе мобильных технологий».

Структура и объем диссертации Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Основной текст диссертации изложен на 162 страницах.

Основное содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель, задачи, методы исследований, практическая значимость, научная новизна и сведения о полученных результатах, перечислены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу предметной области, специфике обучения в инновационных компаниях, проблемам и организации систем корпоративного электронного обучения, а также подходам, способных повысить их эффективность.

Новые вызовы и постоянно изменяющиеся условия рынка побуждают компании, особенно те, которые используют инновации как основу своей экономической модели, постоянно развивать интеллектуальный потенциал своего коллектива. Осваивание лучших появляющихся инструментов, подходов и практик, формирование внутрифирменных баз

знаний – основное условие конкурентоспособности на рынке сегодня. По этой причине выстраивание процессов обеспечения корпоративного обучения является одной из приоритетных задач компаний. Автоматизация данных процессов позволяет в перспективе сократить время корпоративного обучения, не снижая его эффективности. Интеграция автоматизированной системы обучения необходима для улучшения различных процессов управления персоналом: подбор кандидатов, реализация процесса адаптации, обеспечение процесса развития и обучения сотрудников.

Обучение сегодня уже не представляет собой элементарный трансфер знаний от эксперта-преподавателя к обучающимся. Данный процесс должен использовать подходы и методы, позволяющие обучающимся эффективно овладевать необходимыми навыками и на основе своего эмпирического опыта приходить к нужным инсайтам. Анализ существующего опыта показывает, что перенесение процесса обучения в электронный формат с использованием дистанционных технологий не приводит к повышению его качества.

В целом под геймификацией понимают внедрение элементов и подходов гейм-дизайна, в том числе игровых механик, в процессы и системы, изначально не предполагающие игровых контекстов, для привлечения и удержания пользователей, повышения уровня их вовлечённости и мотивации в ходе выполнения прикладных задач. Применение игровых механик в рамках реализации корпоративных систем обучения в значительной мере позволяет минимизировать время обучения, повысить его качество, вовлечь сотрудников в процесс прохождения такого обучения, повысить мотивацию и интерес. Данный факт подтверждается практиками внедрения геймификации в процессы подбора кандидатов, прохождения адаптации персонала и развития сотрудников таких компаний как Сбербанк, McDonald's, L'Oréal, Renault, Marriott, Deloitte, Astra Zeneca и другими.

Анализ существующих решений в области разработки геймифицированных обучающих приложений, электронных систем обучения с применением игровых механик показал, что на данный момент не существует канонических универсальных методик, алгоритмов и подходов к организации корпоративных систем обучения с использованием игровых механик. Данный факт не позволяет обеспечить гибкого подхода к использованию различных совокупностей игровых механик, а имплементация правил генерации их воздействий на уровне обучающего курса значительно повышает издержки при разработке таких курсов.

Для решения данных проблем предлагается классификация игровых механик относительно возможности применения событийно-ориентированного подхода для генерации их воздействий. Выделяются основные показатели для оценки эффективности применения электронной системы обучения, вычисляемые в ходе проведения эксперимента и анализируемые в четвёртой главе. Использование метрик удержания, вовлечённости, статистических метрик, а также характеристик на основе тестирования, анкетирования и обратной связи, которые позволяют объективно оценить эффективность эксплуатации корпоративных систем обучения. Проведение А/В тестирования даёт возможность на основе сравнения таких характеристик делать выводы о целесообразности использования каких-либо конкретных методов, инструментов и элементов для повышения привлекательности и эффективности использования корпоративной системы обучения.

Во второй главе рассматриваются основные технические стандарты разработки электронных обучающих курсов: AICC, SCORM, xAPI, CMIS. В качестве используемого в рамках реализации информационной системы управления электронным обучением был выбран стандарт xAPI. Использование данного стандарта с одной стороны позволяет унифицировать модели представления данных, способ обмена данными между компонентами системы, с другой же является расширяемым для добавления необходимых атрибутов, описывающих пользовательский опыт, а также для расширения множества возможных действий пользователя. Так же использование стандарта xAPI, в отличие от AICC

или SCORM, позволяет учитывать все действия пользователя в ходе обучения с помощью различных устройств, а не только браузера, что в свою очередь позволяет имплементировать подходы концепции мобильных технологий обучения.

Возможность учёта действий и достижений пользователя даже из оффлайн с помощью предоставляемого хранилищем учебных записей (LRS) RESTful API позволяет использовать смешанную модель обучения. Стандарт CMI5 представляет собой надстройку над стандартом xAPI и использует его как протокол для представления данных и их передачу. Данные представляются в виде утверждений в формате xAPI, однако, с ограничениями на использование атрибутов, что не позволяет обеспечить необходимую гибкость для реализации разрабатываемой информационной системы.

Модель событийно-ориентированной игровой механики

Была предложена классификация, выделенных в главе 1, игровых механик (ри. 1), а также формальная модель описания воздействий игровых механик с точки зрения событийно-ориентированного подхода, основанная на определении отношений между непустым булеаном множества возможным действий обучающегося и элементами множества воздействий игровых механик с помощью продукционных правил:

If ($a_i = \text{true}$)

Then e_p ;

If ($e_t = \text{true}$)

Then g_m ;

$i, p, t, m \in \mathbb{N}$;

a_i – предикат, описывающий совершённое пользователем действие;

e_p – элементарное событие, генерируемое в случае выполнения определённого действия пользователя;

e_t – предикат, описывающий факт генерации конкретного события в системе;

g_m – элементарное воздействие игровой механики, генерируемое в случае возникновения в системе определённого события.



Рисунок 1 – Классификация игровых механик относительно механизма генерации воздействий

Некоторое действие $a_i \in A$, где A – множество всех возможных, фиксируемых системой, действий, совершаемое пользователем отображается на событие $e_i \in E$, где E – множество событий, регистрируемых в системе, с помощью отношения f так, что

$a_i \in A \exists \{a_i; e_i\} \in f$. Отношение f можно определить с помощью продукционных правил, записанных с помощью логики предикатов:

$$a_i \rightarrow e_i \quad (1)$$

Следует отметить, что некоторое событие может наступать вследствие совокупности совершённых пользователем действий. Такое правило может быть записано в следующем виде:

$$a_i \wedge a_{i+1} \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow e_i \quad (2)$$

Существует подмножество системных событий, возникающих независимо от действий пользователя (наступление срока дедлайна, конкретного значения времени) также принадлежащих множеству E . Пусть существует конечное множество реакций, генерируемых на основе применения игровых механик G , p – отношение множеств E и G . Тогда:

$$e_i \in 2^E \exists (e_i; g_i) \in p, \quad (3)$$

$$a_i \in 2^A \exists (a_i; e_i) \in f, \quad (4)$$

$$g_i \in G, \quad (5)$$

$$\{\emptyset\} \notin 2^E, \quad (6)$$

$$\{\emptyset\} \notin 2^A \quad (7)$$

где e_i – элементарное событие конечного множества событий E ,

2^E – булеан конечного множества событий E ,

g_i – элементарное воздействие, генерируемое игровой механикой

a_i – элементарное действие, совершаемое пользователем,

2^A – булеан конечного множества действий A ,

тогда отображение $h: A \rightarrow G$ определяется композицией отображений:

$$h(a_i) = p(\{f(\{a_i\})\}) \quad (8)$$

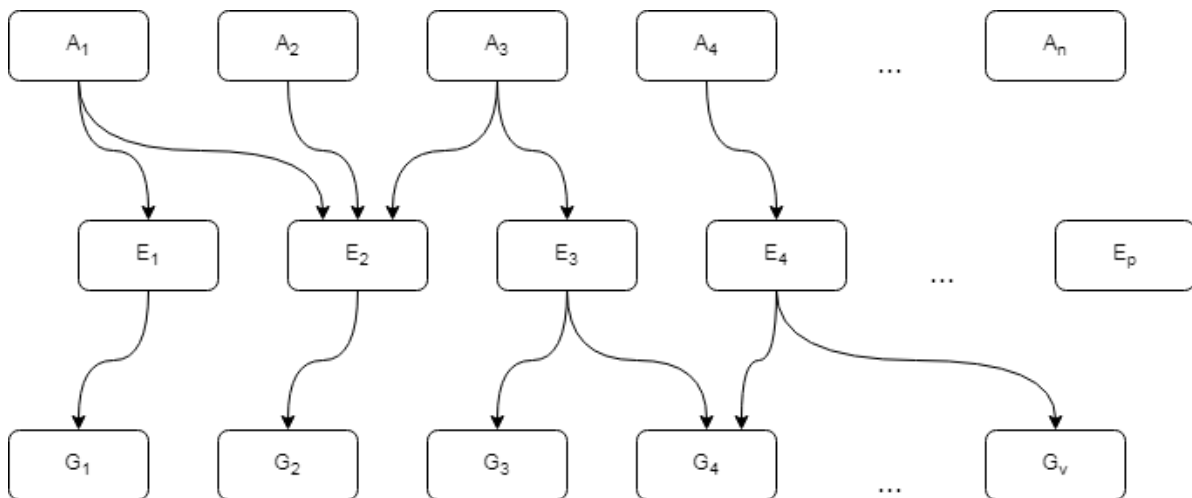


Рисунок 2 – Общая схема отображения структурных компонентов событийно-ориентированной игровой механики

Использование разработанной формальной модели, в отличие от реализаций, описанных в проанализированных работах, позволяет реализовать системный унифицированный подход к формированию воздействий всего подмножества событийно-ориентированных игровых механик. Такой подход позволяет снизить временные затраты на формирование реакций и воздействий каждой из игровых механик для каждой единицы множества учебных курсов.

Модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик

Использование предложенной формальной модели определения воздействия игровой механики позволило реализовать модель процесса прохождения электронного обучающего курса с внедрением игровых механик на основе детерминированного конечного автомата:

$$A = (X, Y, S, f_y, f_s, S_0), \quad (9)$$

где X – множество входных сигналов – элементарных действий пользователя;
 Y – множество выходных сигналов – генерируемых событий; S – множество состояний;
 f_y – функция выхода; f_s – функция переходов; S_0 – начальное состояние.

Состояние множества состояний можно определить совокупностью элементарных состояний отдельных характеристик – словом над алфавитом, определяющимся конкретно используемой игровой механикой. В общем случае такое состояние может быть представлено в виде вектора $[u_1, u_2, \dots, u_n]$,

где u_i – элементарное состояние одной из характеристик, необходимой для отслеживания с целью выработки воздействий на основе правил генерации игровых механик, n – количество необходимых элементарных характеристик.

S_0 – начальное состояние пользователя относительно дискретной единицы обучающего курса: раздел, модуль, работа контроля знаний.

X – множество, включающее множество допустимых действий пользователя, а также множества генерируемых системой событий.

В качестве множества выходных сигналов Y выступает множество, включающее подмножества событий и подмножества воздействий игровых механик на основе продукционных правил. Функции выходных сигналов f_y и переходов f_s определяются данными правилами.

Для случая прохождения испытания контроля знаний, состоящий из двух заданий с закрытым вариантом ответа, использованием игровых механик вознаграждения и подсказки и возможностью использования не более трёх попыток в рамках ответа на одно задание потребуются мониторинг состояний 3 элементарных характеристик состояния пользователя – номер текущего незавершённого задания, количество совершённых попыток, количество набранных баллов. С учётом вышеприведённых ограничений каждое состояние будет отображаться с помощью трёхбуквенного слова.

Множество состояний первого элемента $\{1;2;3\}$, где значение 3 – соответствует конечному состоянию. Множество значений второго элемента составляет $\{0;1;2\}$, причём в случае значения 2 из множества допустимых действий пользователя пропадает возможность ответить на данное задание, осуществляется переход к следующему, либо осуществляется переход к одному из конечных состояний.

Множество значений же третьего элемента включает в себя: $\{0,1,2,3,4,5,6\}$, где 0 – минимально возможное количество набранных баллов за выполнение всех заданий, 6 – максимальное. Пусть механикой вознаграждения устанавливаются правила по уменьшению на один балл максимально возможного вознаграждения в случае использования каждой новой попытки если ответ был не верен.

Множество возможных воздействий данной механики включает три элемента $\{g_3;g_4;g_5\}$, где g_3 – добавить вознаграждение пользователю в виде 3 баллов, g_4 – двух и g_5 – одного соответственно. Пусть также механикой подсказки генерируются воздействия, направленные на отображение пользователю подсказок двух типов $\{g_1;g_2\}$ в случае неправильного ответа на каждое из заданий.

Прохождение же всего испытания, модуля, курса для обучающегося представляется задачей достижения конечного состояния с максимальным значением набранных баллов. Следует заметить, что воздействия игровых механик не переводят пользователя в новое состояние, образуя петли.

Главная задача воздействия игровых механик заключается в побуждении пользователя совершить действие, приводящее его ближе к конечному состоянию, минимизируя количество переходов и максимизируя количество набранных при этом баллов. Конечный автомат, отображающий процесс прохождения такой части курса представлен на рисунке 3.

Рассмотрение воздействий событийно-ориентированных игровых механик с точки зрения разработанной формальной модели позволило создать единую стратегию построения информационной модели системы управления электронным обучением, а также реализовать

метод автоматического управления генерацией реакций событийно-ориентированных игровых механик.

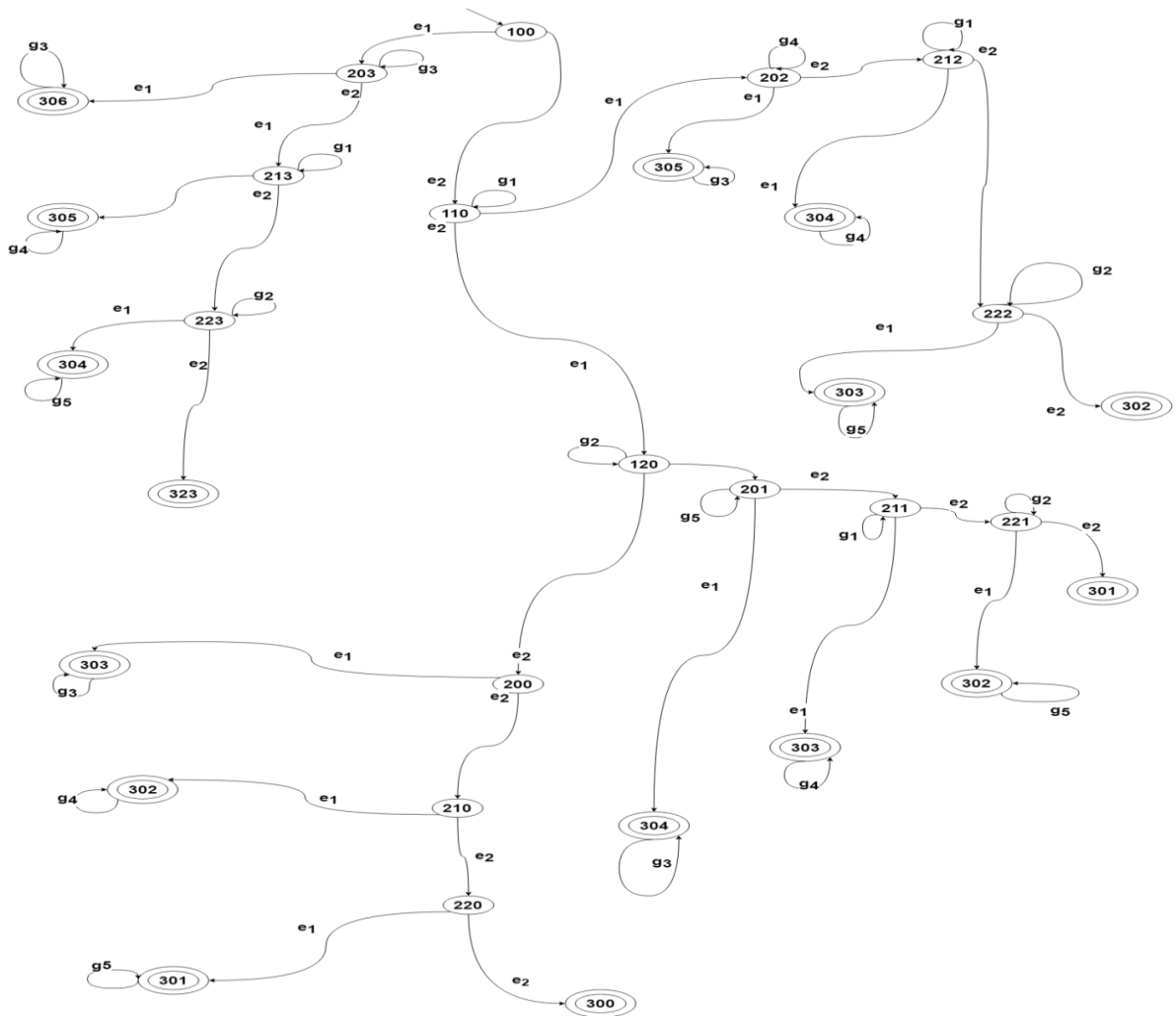


Рисунок 3 – Конечный детерминированный автомат прохождения испытания из двух заданий с использованием механик вознаграждения и подсказки

Информационная модель электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик и метод организации автоматизированного управления генерацией их воздействий

Представление информации о совершённых действиях пользователя в виде утверждений (Statement), регламентированных стандартом xAPI, позволяет реализовать подход событийного моделирования, обеспечить возможность использовать информацию о действиях из оффлайн, а также использовать в качестве клиента не только браузер, но и мобильные приложения. ER-диаграмма с указанием характера связей между выделенными сущностями, используемыми в информационной системе управления электронным обучением, а также соответствующие атрибуты рассматриваемых сущностей представлена на рис. 4.

В отличие от существующих реализаций корпоративных геймифицированных обучающих приложений, такой подход позволяет избежать затрат времени и ресурсов на разработку отдельных сервисов. Поддержание библиотеки правил позволяет создавать шаблоны и кастомизировать их для различных учебных курсов. Использование стандарта xAPI также позволяет экономить время на разработку за счёт унификации интерфейсов прикладного уровня и использования фиксированной модели данных для обмена между составными компонентами системы, однако, в отличие от систем управления электронным обучением на основе xAPI, использование предложенной модели описания воздействия

событийно-ориентированных механик и расширения словаря утверждений (Statement) позволяет внедрить элементы геймификации.

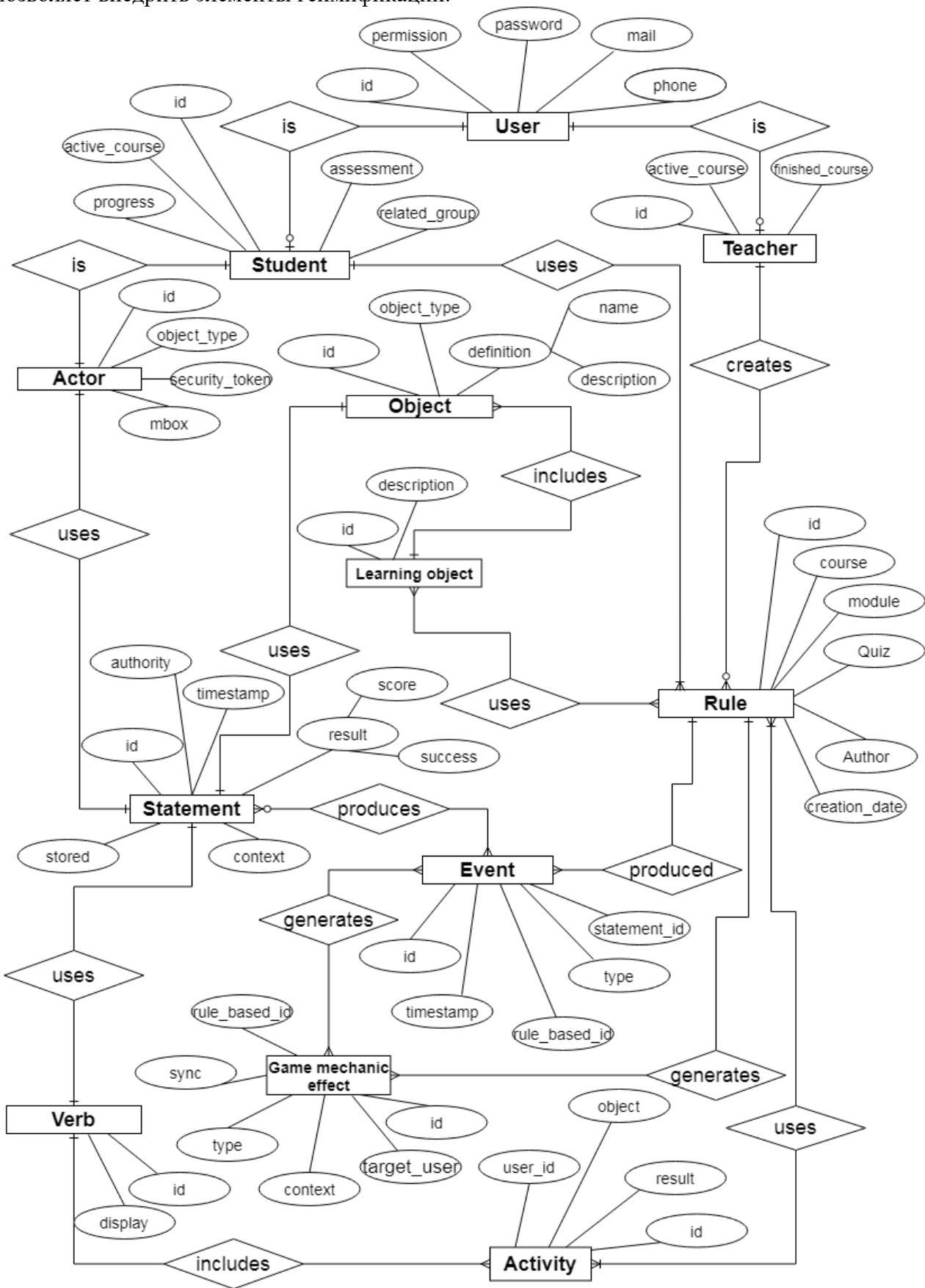


Рисунок 4 – ER-диаграмма информационной системы управления электронным обучением с применением игровых механик

Структурная схема взаимодействия основных компонент системы для реализации метода автоматизированной генерации воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса представлен в виде swim lane диаграммы на рисунке 5.

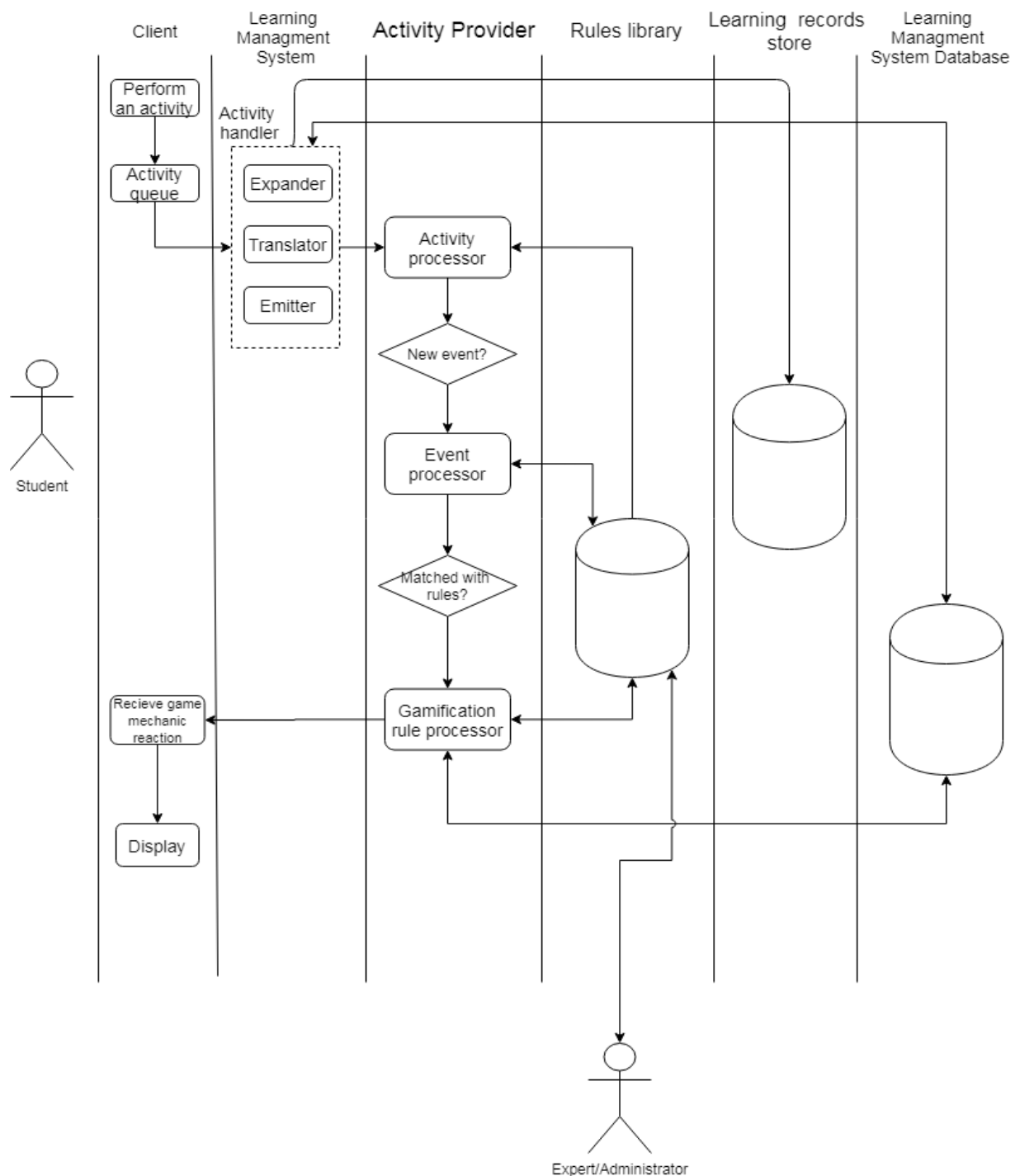


Рисунок 5 – Структурная схема взаимодействия основных компонент системы генерации воздействия игровых механик

Шаг 1. Пользователь системы совершает действие a_i ;

Шаг 2. LMS обрабатывает действие пользователя, обогащает данными из LMS DB и отправляет сообщение в LRS через REST API с телом в формате JSON;

Шаг 3. Микросервис Activity Processor анализирует каждое новое сообщение о действии пользователя в соответствии с набором имеющихся активных правил в Rule Library и в случае наличия правила продуцирует сообщение о соответствующем событии e_i и отправляет его в микросервис Event Processor для обработки;

Шаг 4. Микросервис Event Processor анализирует каждое новое сообщение о событии в соответствии с набором имеющихся активных правил в Rule Library и в случае наличия правила генерирует сообщение о выработке соответствующей реакции g_i и отправляет сообщение в микросервис Gamification rule processor;

Шаг 5. Микросервис Gamification rule processor формирует сообщение в формате JSON о выработке соответствующей реакции g_i событийно-ориентированной игровой механики и отправляет его LMS с помощью вызова метода REST API;

Шаг 6. Сообщение о выработке соответствующей реакции g_i обрабатывается на клиенте и отображается пользователю.

Разработан метод, основанный на непрерывном мониторинге событий в системе и их анализе с помощью правил, вынесенных из программной реализации в отдельный уровень представления, в отличие от моделирования всех возможных состояний системы, а именно состояний пользователя с учетом всех используемых игровых механик, позволяет добавлять новых механик без воздействия на уже имеющиеся, изменять набор используемых механик, а также создавать собственные игровые механики, снижая требования к компетенциям, необходимым для этого. Каждое событие e_i в системе описывается с помощью кортежа {id; actor; verb; object; result; context; timestamp; stored; authority; version; attachments}.

Правила генерации воздействия игровых механик могут быть записаны в виде:

ruleID:

When userType verb objectType [operator value]
Then resultID, [resultID]

где userType – подмножество пользователей, для которых будет проверена истинность данного предиката;

verb – значение из словаря используемых глаголов, для описания событий и действий, совершённых пользователем, специфицированного в стандарте xAPI;

objectType – объект, с которым было совершено действие пользователем;

Элементарное воздействие игровой механики можно описать следующим образом:

resultID:

resultName
description
reaction [id; genericType params[]]

воздействие игровой механики имплементируется программно зачет формирования сообщения в формате JSON (JavaScript Object Notation) и отправки его для отображения на клиентской стороне.

Предложена и апробирована модель решения задачи выбора оптимального набора используемых игровых механик в рамках реализации корпоративных обучающих курсов, основанная на постановке многокритериальной задачи оптимизации и модели оценки эффективности Киркпатрика проводимых обучающих курсов:

$$f_1(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \left(a_1 * \sum_{j=1}^p reactQuest_j + a_2 * \sum_{N=1}^k ret_N - a_3 * \sum_{module=1}^z \frac{D_{soft}}{M} module - a_4 * \sum_{module=1}^z \frac{D_{hard}}{M} module \right) \cdot x_i \rightarrow max \quad (10)$$

$$f_2(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^v \left(\frac{points}{maxPoints} \right)_{gij} * x_i \rightarrow max \quad (11)$$

$$f_3(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \left(w_1 * \sum_{c=1}^s \left(\frac{usingAfter}{usingBefore} \right)_{gic} + w_2 * \left(\sum_{q=1}^{indicAmmount} \left(b_q * \frac{actualIndicator}{goalIndicator} \right)_q \right)_{gi} \right) * x_i \rightarrow max \quad (12)$$

$$f_4(x) = \sum_{u=1}^{Nbm} \left(\frac{BMI_{after}}{BMI_{before}} \right)_u * x_i \rightarrow max \quad (13)$$

$$k_1 * f_1(x) > k_2 * f_2(x) > k_3 * f_3(x) > k_4 * f_4(x)$$

$$k_1, k_2, k_3, k_4 \in [0,1]$$

$$D = \{ x \in R^m | x_i \in [0,1] \forall i = \overline{1, m} \} \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^m t(edu)_i \cdot x_i \leq T(edu)$$

$$\sum_{i=1}^m cost_i \cdot x_i \leq COST$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4 \in [0,1]$$

$$x_i = f(x) = \begin{cases} 1, & \text{если применена } i - \text{тая игровая механика} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$usingAfter = \begin{cases} 1, & \text{если наблюдается использование } c - \text{го навыка} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$usingBefore = \begin{cases} 1, & \text{если наблюдается использование } c - \text{го навыка} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$w_1, w_2 \in [0,1]$$

В **третьей главе** описывается программная имплементация разработанных решений внедрения игровых механик в процесс корпоративного обучения. Общая схема архитектуры систем представлена на рисунке 6.

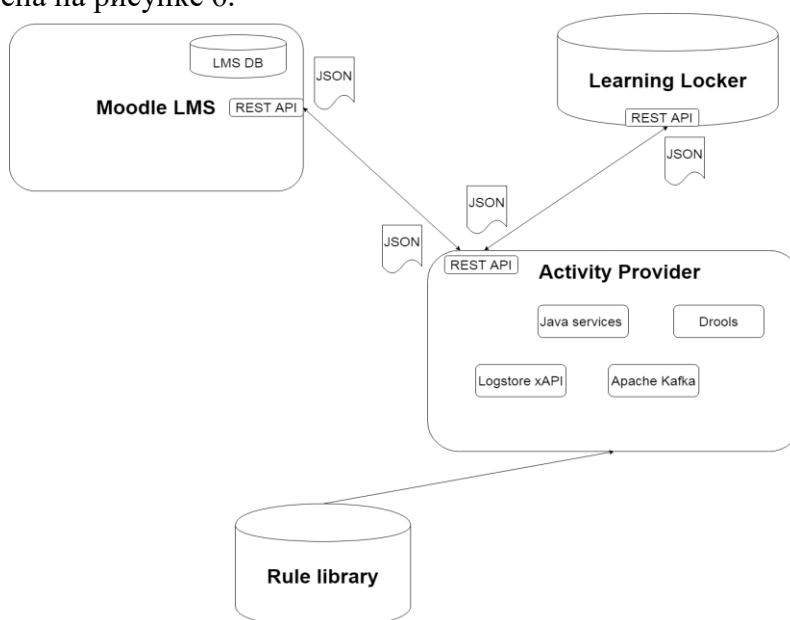


Рисунок 6 – Общая схема архитектуры разработанного программного обеспечения

В результате анализа существующих платформ управления обучением в качестве LMS для реализации системы управления корпоративным электронным обучением с применением игровых механик была выбрана платформа Moodle. Совершенный выбор был обусловлен фактом свободного распространения данного программного обеспечения под лицензией GNU Public License, возможностью интеграции с хранилищем учебных записей (LRS), а также наличием обширного сообщества пользователей данной платформы. В

качестве LRS был выбран инструмент Learning Locker по причине возможности реализации обмена данными согласно стандарту xAPI, наличия имплементированных решений по интеграции с LMS Moodle, а также свободной лицензии использования.

Для обеспечения интеграции LMS и LRS был использован плагин Logstore xAPI, предоставляемый платформой Moodle. Записи из логов Moodle Logstore проходят следующие шаги обработки, прежде чем будут сохранены в LRS:

1. Плагин отправляет запись из logstore_standard_log в Expander.
2. Expander расширяет запись из лога за счёт добавления информации из базы данных Moodle.
3. Плагин отправляет расширенную запись в Translator.
4. Translator преобразовывает расширенную запись о событии к формату атрибутов утверждений стандарта xAPI.
5. Плагин отправляет преобразованные данные о событии в Emitter.
6. Emitter формирует из полученных преобразованных данных о событии утверждение xAPI и отправляет его в LRS.

Компонент Activity Provider, основанный на Logstore xAPI, был реализован на языке Java с применением фреймворка Spring. Все компоненты системы управления корпоративным электронным обучением были развернуты внутри локальной сети компании, что позволило минимизировать требования к защищённости протоколов передачи данных.

Обмен данными между вышеперечисленными компонентами системы осуществляется с помощью вызовов методов REST интерфейсов и передачи данных в формате JSON, представляющие собой утверждения (Statement), структура и атрибуты которых регламентированы стандартом xAPI. Правила генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик составляются на основе расширения языка нотации Gherkin с помощью файлов, хранимых в Rule Library. Каждое такое правило интерпретируется с помощью микросервисов Activity Provider.

В **четвёртой** описываются проведённые эксперименты на базе компании ООО «Биарум». Компания специализируется на разработке программного обеспечения в таких областях, как: интеграция медицинских систем; системы поддержки принятия решений; системы документооборота и обработка документов с применением машинного обучения и обработки естественных языков; системы управления дорожным движением; приложения для мобильных платформ.

Для реализации проведения эксперимента с целью оценки эффективности применения разработанных решений были подготовлены два электронных обучающих курса. В проведении эксперимента приняли участие 32 человека, возраст которых находился в диапазоне 22 – 34 года. Все участники были разделены на три группы согласно результатам проведённого входного тестирования так, чтобы медианные значения и значения квартилей полученных результатов тематического тестирования были максимально близки, а также таким образом, чтобы вариативность доминирующих мотиваций сотрудников к обучению была наиболее равномерна представлена в трёх контрольных группах.

В роли преподавателя курса «Методология гибкой разработки: Agile» выступал приглашённый эксперт, которому была оказана помощь по адаптации обучающего контента к разработанной информационной системе управления обучением, выбору совокупности используемых игровых механик и настройки правил генерации игровых механик.

Обучающий электронный курс был реализован в трёх вариантах:

1. Без использования игровых механик (курс типа 1).
2. С использованием механики вознаграждения/наказания, механики напоминания (курс 2).
3. С использованием механики вознаграждения/наказания, механики напоминания и механики подсказок (курс типа 3).

Максимально возможное количество попыток выполнения заданий было выбрано 3 по согласованию с преподавателем. При правильном ответе с первой попытки обучающийся мог получить от 10 до 15, при использовании второй попытки – от 5 до 8 и в случае ответа с

третьей попытки – от 1 до 3 в зависимости от сложности заданий, в соответствии с которой преподаватель определяет максимально возможное количество баллов за каждое задание. Обучающий курс был разбит на модули. В качестве временных ограничений сдачи итоговых заданий по модулю использовались два типа дедлайна: мягкий и жёсткий. Мягкий дедлайн предполагал снижение баллов за выполненные задания на 5% от набранных баллов за каждый день просрочки. Жёсткий дедлайн предполагал отсутствие возможности оценки заданий, в случае его нарушения. Игровая механика напоминания была реализована за счёт рассылки писем на почту и виде PUSH-уведомлений для смартфонов с напоминанием о наступлении очередного крайнего срока сдачи заданий модуля. Реакция игровой механики подсказки предполагала отображение справочной информации и ссылки на материалы модуля, связанных конкретно с данным заданием. Детализация представления информации в подсказки повышалась в случае неправильного ответа со второй попытки.

Значения среднего времени выполнения заданий курса в случае применения игровых механик оказалось меньше на 25% - 29% (в зависимости от типа курса) времени выполнения заданий в случае отсутствия элементов геймификации (рис.7). Данный факт объясняется имплементацией воздействия игровой механики вознаграждения, которая стимулирует стремление обучающихся получить максимальное количество баллов, соблюдая имеющиеся дедлайны.

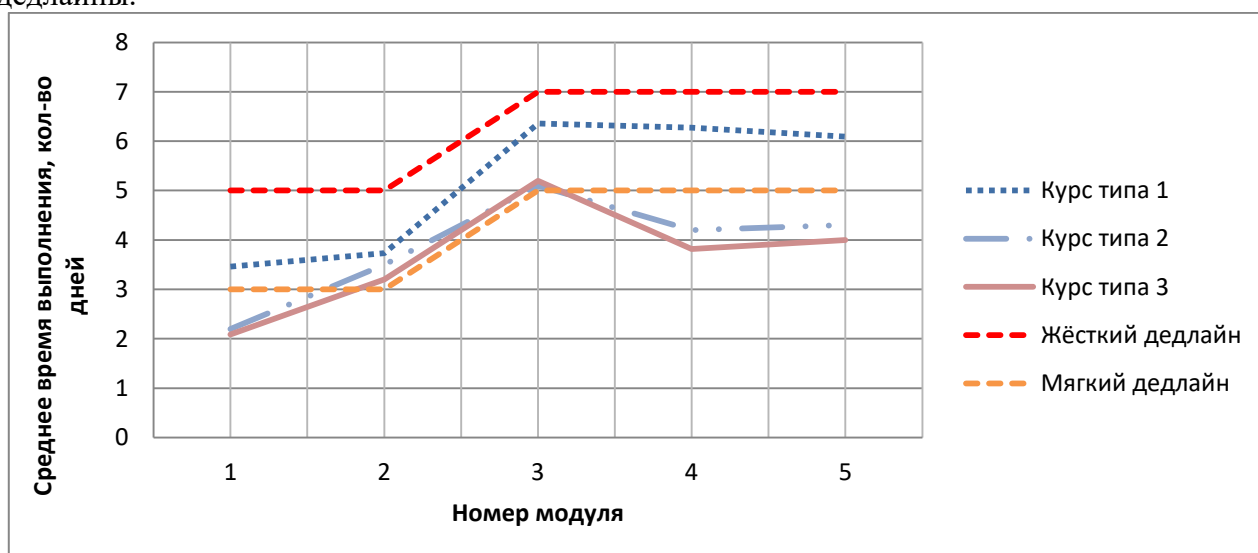


Рисунок 7 – Зависимость времени выполнения заданий учебных модулей от типа курса

Нарушение мягкого дедлайна наблюдалось в более, чем половине случаев прохождения курса без использования механики вознаграждений, которая предусматривала снижение максимально возможного количества баллов, в случае выполнения заданий после декларированного срока завершения. В 20% случаев при выполнении заданий модулей учебного курса без геймификации был нарушен срок жёсткого дедлайна. При прохождении курсов с применением игровых механик нарушение сроков мягкого дедлайна наблюдалось всего в 20% и 13% случаев, а нарушений сроков жёсткого дедлайна не было и вовсе. Таким образом, можно заключить, что применение игровой механики вознаграждения, предусматривающей возможность получения большего количества баллов в случае соблюдения крайних сроков выполнения заданий курса, способствует более раннему выполнению заданий и соблюдению дедлайнов.

Среднее значение процентного отношения набранных баллов в рамках прохождения курса к максимально возможному количеству баллов в случае использования игровых механик оказалось выше на 17% значения данной метрики в случае прохождения курса без использования элементов геймификации. В качестве базового критерия оценки эффективности применения разработанных решений был выбран показатель удержания. Данная метрика отражает информацию о том, какой процент пользователей от изначально

зарегистрированных взаимодействовали с системой в день N. Классический расчет метрики осуществляется следующим образом:

$$ret_N = \frac{k_N}{p_N} * 100\% , \quad (15)$$

где ret_N – значение показателя удержания дня N;

k_N - количество пользователей, зашедших в день N;

p_N - количество пользователей, начавших использовать систему N дней назад.

В случае прохождения курсов с применением элементов геймификации в среднем значение показателя удержания N-го дня выше, чем в случае прохождения курса без внедрения игровых механик (рис. 8). Значение среднеквадратического отклонения показателя удержания за период без учёта первого и двух последних дней составил 38% от среднего значения данной метрики в случае прохождения обучающего курса без применения игровых механик, а в случае их применения – 10-13%.

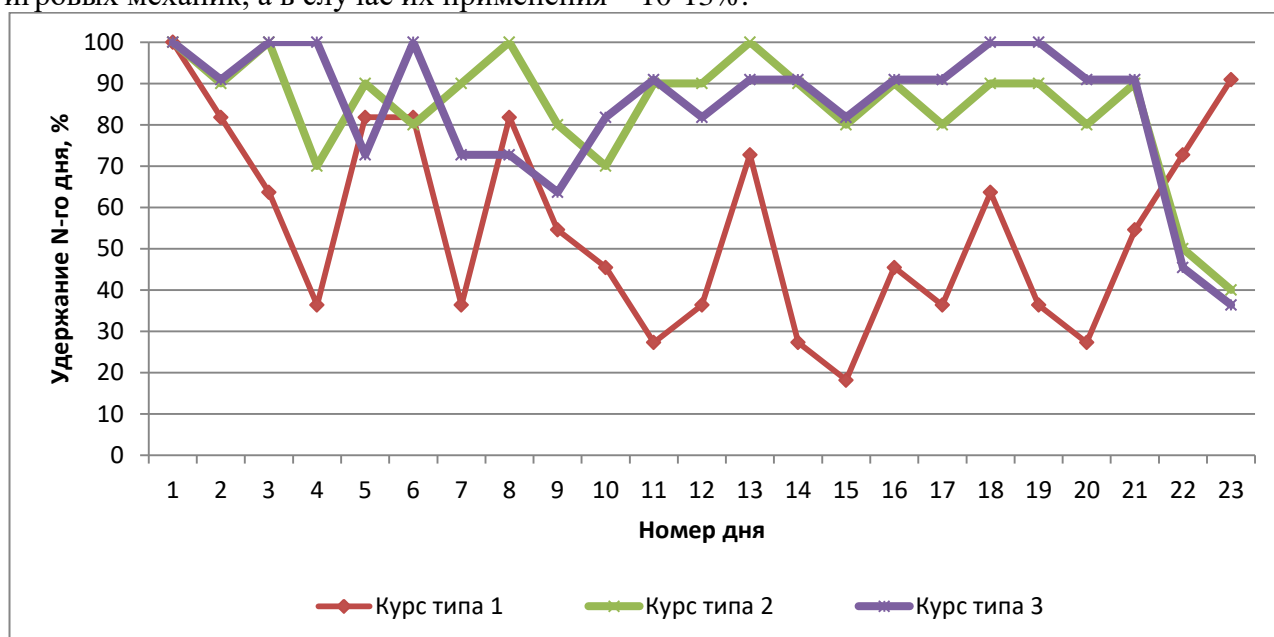


Рисунок 8 – График изменения показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов

Данный факт свидетельствует о том, что использования игровой механики поощрений/наказаний способствует постоянной планомерной работе по прохождению обучающего курса. Число правильных ответов со второй попытки в случае применения игровой механики подсказки оказалось на 11% выше, чем в случае без её применения, а с третьей – на 16%. Данный факт доказывает эффективность применения игровой механики подсказки. В ходе обработки и анализа данных эксперимента был проведён однофакторный дисперсионный анализ по трём группам для уровня значимости $\alpha=0.05$. Результаты проведённого дисперсионного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных

Характеристика	$F_{эксн}$	$F_{кр}$
Среднее количество баллов	0,47	3,89
Среднее время прохождения курса	4,23	3,89
Средний показатель удержания	17,4	3,07

Вычисленные значения критерия Фишера для характеристик среднего времени прохождения обучающего курса и среднего показателя удержания оказались выше критических, то нулевая гипотеза о равенстве групповых средних отвергается. Следовательно, можно утверждать, что групповые средние значения показателя времени прохождения курса, а также показателя удержания отличаются значительно. Факт

увеличения же значения количества набранных баллов в ходе прохождения курса с применением игровых механик всё же носит случайный характер. В рамках проведения эксперимента №2 электронный обучающий курс «Обеспечение непрерывной интеграции с помощью TeamCity» также был реализован в трёх вариантах. Аналогично первому эксперименту, для выбора набора используемых игровых механик в случае обучающего курса типа 2 была использована модель, предложенная и описанная в 2.5, на основе постановки задачи многокритериальной оптимизации относительно достижения четырёх уровней модели оценки эффективности Киркпатрика. В случае же курса типа 3 данная модель не использовалась, набор имплементируемых игровых механик был составлен лицом, принимающим решение о проведении корпоративного обучения.

Механика сторителлинга была реализована за счёт включения сюжетной линии двух виртуальных героев. Все здания преподносились как помощь данным героям.

Механика кооперации также была внедрена на уровне разработки курса и предполагала разделение ролей между обучающимися для выполнения командного задания модуля. Каждый из участников группы получал одинаковое количество баллов за выполнение совместного задания, а количество набранных баллов зависело от выполнения части задания каждого из участников команды.

Значение характеристики среднего времени прохождения курса для группы, проходившей обучения без применения игровых механик на 27% превышает значение среднего времени прохождения курсов с внедрением элементов геймификации (рис. 9). При прохождении курса без применения элементов геймификации, согласно предложенным моделям и методу генерации воздействий игровых механик, количество нарушений дедлайнов оказалось более чем в два раза выше по сравнению с количеством таких случаев при прохождении курсов с их применением.

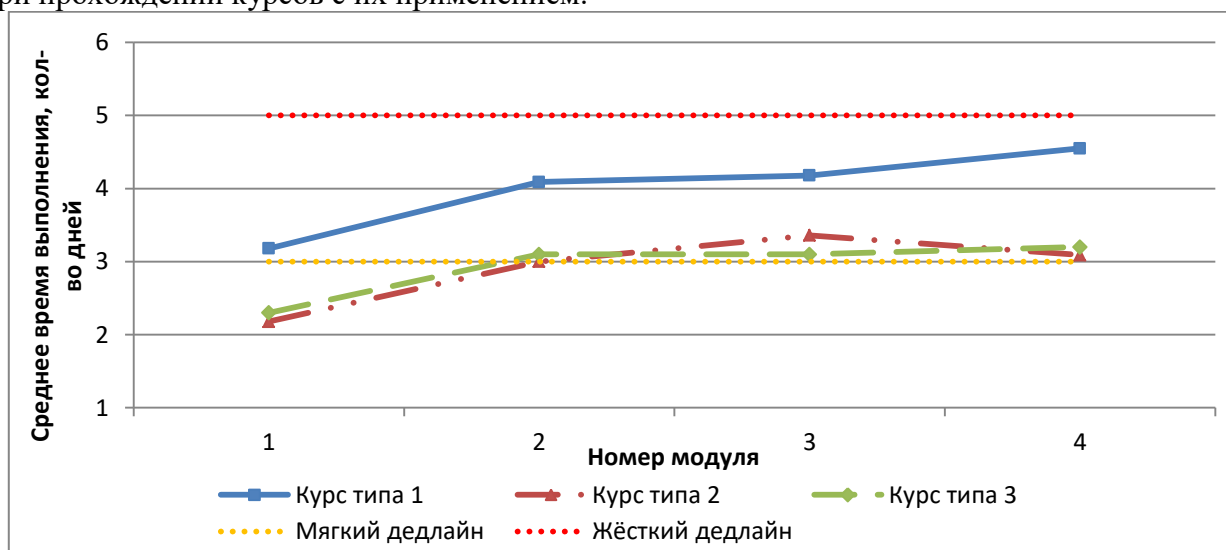


Рисунок 9 – График зависимости среднего времени прохождения учебных модулей от номера модуля и типа курса

Значение среднего показателя удержания за весь курс в случае использования совокупности событийно-ориентированных игровых механик и механик кооперации и сторителлинга оказался выше на 4%, чем в случае использования только событийно-ориентированных игровых механик, и на более, чем 15% выше значения аналогичного показателя для курса без использования элементов геймификации (рис. 10).

Результаты проведённого однофакторного дисперсионного анализа данных по трём группам для уровня значимости $\alpha=0.05$ эксперимента №2, представленные в таблице 2, также показывают, что среднегрупповые значения оцениваемых характеристик отличаются значительно.

Таблица 2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных

Характеристика	$F_{эксп}$	$F_{кр}$
Среднее время прохождения	6,04	4,26
Средний показатель удержания	4,1	3,23

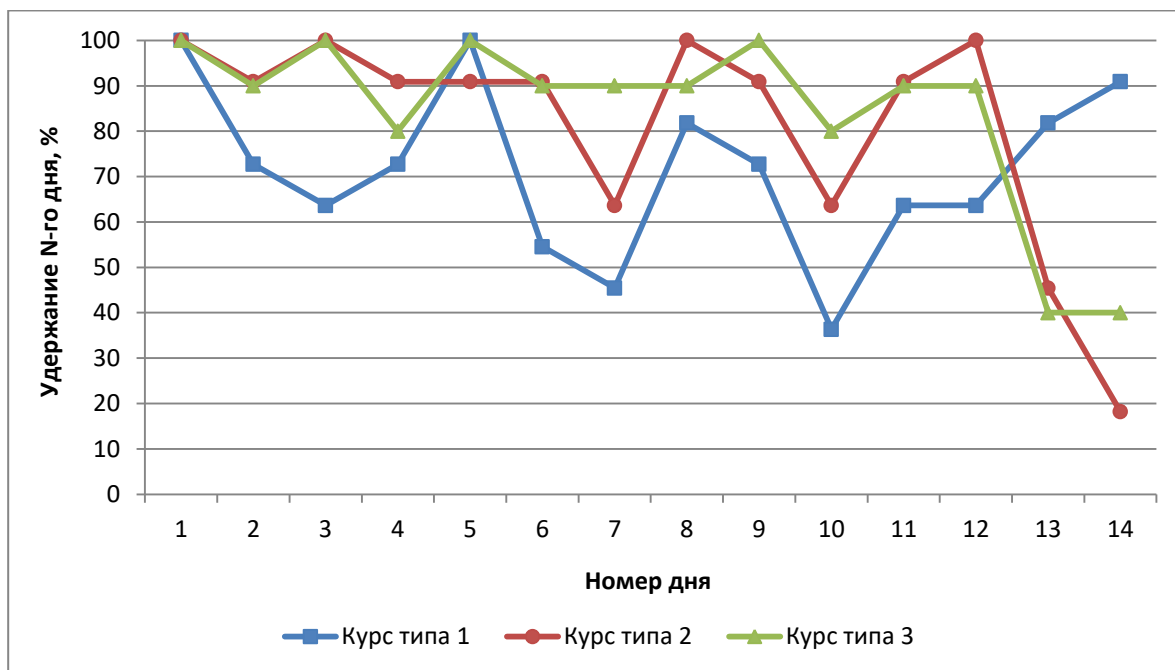


Рисунок 10 – График изменения показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов

В случае прохождения вариантов курсов с применением игровых механик, реализованных на базе LMS, кастомизированной с помощью имплементации предложенной информационной модели на основе стандарта xAPI, генерация воздействий которых была осуществлена с помощью предложенного метода на основе формальной модели продукционных правил отображения, сотрудники на 40%-50% чаще обсуждали обучающий курс и события, связанные с ним со своими коллегами в нерабочее время согласно анализу результатов листов реагирования. Этот факт свидетельствует о более значительном уровне вовлечённости в процесс обучения. Проведённый мониторинг использования, полученных в ходе обучения, навыков показал, что 87% сотрудников, прошедших обучение, применяют на практике полученные в ходе данного обучающего курса знания и навыки. Анализ мониторинга с привязкой к типу пройденного курса показывает, что сотрудники, проходившие обучение с применением, предложенных в ходе исследования, моделей и метода генерации воздействий игровых механик, используют полученные навыки в повседневной деятельности до 10% чаще, чем сотрудники, проходившие обучение в стандартном формате, предлагаемом LMS. Данный факт также свидетельствует о повышенной вовлечённости в процесс обучения и более качественным освоением знаний и навыков в случае прохождении курса на основе предложенных в исследовании моделей и метода генерации воздействий игровых механик.

Заключение

В процессе проведения диссертационного исследования были решены поставленные задачи и достигнуты следующие основные результаты, обладающие научной и практической значимостью:

1. Разработана формальная модель событийно-ориентированных игровых механик и исследованы воздействия игровых механик с точки зрения событийно-ориентированного подхода, что позволило сформировать единый системный подход к управлению генерацией воздействий всех событийно-ориентированных игровых механик.

2. Разработана информационная модель электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик, на основе которой реализована информационная система управления электронным корпоративным обучением, поддерживающая стандарт xAPI.
3. Предложена и апробирована математическая модель выбора оптимального набора используемых игровых механик в рамках реализации электронного обучающего корпоративного курса на основе многокритериальной оптимизации и модели Киркпатрика.
4. Для мониторинга процесса прохождения обучающих курсов и выявления проблемных частей была предложена и апробирована модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе детерминированного конечного автомата.
5. На основе предложенных моделей разработан и апробирован метод организации автоматизированной генерации воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса, доказавший свою эффективность.
6. Выделены основные критерии оценки эффективности корпоративной системы обучения, анализ которых был проведён в ходе проведения экспериментов.
7. Прошли апробацию и внедрение реализованный метод управления корпоративным обучением с применением событийно-ориентированных игровых механик на четырёх предприятиях, о чем свидетельствуют акты внедрения и справки об использовании.

Апробация предложенных в ходе проведения исследования решений на предприятиях ООО «Биарум», ГК «СКАУТ», ООО «РосБалт», ЗАО «Спб Образцовая типография» показала, что применение разработанных моделей и метода автоматизированной генерации воздействий событийно-ориентированных механик позволили существенно улучшить значение ключевых показателей эффективности проведения корпоративных обучающих курсов на всех четырёх уровнях модели Киркпатрика, а именно:

I уровень: повысить оценку проведённых курсов, согласно листам реагирования, по некоторым вопросам до 50%, снизить почти вдвое количество нарушений крайних сроков выполнения заданий, увеличить показатель удержания N-го дня в среднем на значение до 35%, максимально - на 46%;

II уровень: снизить значение среднего времени прохождения обучающего курса на 22%, повысить значение отношений количества набранных баллов обучающихся к максимально возможным на величину порядка 10%;

III уровень: увеличить рост показателя использования приобретённых в ходе обучения навыков в ходе выполнения трудовых обязанностей на значение порядка 10% по сравнению с аналогичным ростом данного показателя в случае использования классического корпоративного обучения без внедрения игровых механик согласно разработанным моделям и методу генерации воздействий игровых механик; в случаях мониторинга KPI сотрудников, прошедших обучение был отмечен рост до 15%; IV уровень: рост отдельных бизнес-метрик, выделенных компаниями, как проблемные и необходимые в улучшении, был отмечен порядка 17%.

Список публикаций по теме диссертации

В изданиях, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования Scopus и Web of Sciences:

1. The concept of personalized e-learning with the use of mobile applications based on ontologies / K. V. Loginov, A. Bakanova, S. A. Okulov, A. V. Chunaev, A. N. Shikov // *Espacios*. – 2018. – Vol. 39. – No. 17. – P. 36-45.
2. The use of Ontologies in the Development of a Mobile E-Learning Application in the Process of Staff Adaptation / K. V. Loginov, A. Bakanova, N. E. Letov, D. Kaibassova, K. S. Kuzmin, A. N. Shikov // *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. – 2019. – Vol. 8, No. 2 (SI 10). – P. 780–789.

3. Loginov K., Kotsyuba I., Shikov A. Game mechanics application in the optimization and automation framework of personnel management processes // SHS Web of Conferences. – 2020. – Vol. 89. – art. 06004. DOI: 10.1051/shsconf/20208906004.

В рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК РФ:

4. Применение игровых механик в системах корпоративного обучения с использованием модели смешанного обучения / К. В. Логинов, А. Н. Шиков, А. Баканова, С. А. Окулов, А. В. Чунаев // Информатика и образование. – 2018. – № 5 (294). – С. 44–48.

5. Логинов К.В., Баканова А., Шиков А.Н. Применение геймификации при автоматизации процессов адаптации персонала инновационных компаний // Перспективы науки. – 2019. – № 6 (117). – С. 49–52.

6. Логинов К.В., Шиков А.Н. Применение геймификации в процессе управления обучением, адаптацией и развитием персонала // Информатика и образование. – 2020. – № 9 (318). – С.28–37.

7. Концепция персонализированного корпоративного электронного обучения и развития на основе компетенций и индивидуальных предпочтений сотрудников / К. В. Логинов, Л. Н. Никитина, А. Н. Шиков, А. Баканова, С. А. Окулов, А. В. Чунаев // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12, № 7. – С. 995–1004.

8. Мобильные технологии как инновации в системах корпоративного электронного обучения / К. В. Логинов, А. Н. Шиков, А. Баканова, С. А. Окулов, А. В. Чунаев // Экономика труда. – 2018. – Т. 5, № 2. – С. 351–360.

9. Концепция онтологической рекомендательной системы персонализации корпоративного обучения / К.В. Логинов, А.Н. Шиков, А. Баканова, С.А. Окулов, А.В. Чунаев // European Social Science Journal = Европейский журнал социальных наук. – 2018. – № 5–1. – С. 118–127.

10. Логинов К.В., Баканова А., Шиков А.Н. Проектирование системы управления корпоративными знаниями и компетенциями в инновационной компании // Региональные проблемы преобразования экономики – 2019. – № 6. – С. 25–34.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018618265 Корпоративная система электронного обучения и повышения квалификации персонала на основе мобильных технологий / А. Н. Шиков, А. Баканова, К. С. Кузьмин, Н. Е. Летов, А. В. Чунаев, К. В. Логинов, С. А. Окулов; заявка 2018615229; поступ. 23.05.2018; опубли. 10.07.2018; Бюл. 7. – 1 с.

Прочие публикации

11. Логинов К.В., Шиков А.Н. Применение игровых механик в системах смешанного обучения школьников // Успехи современной науки и образования, – 2017. – Т. 2. – № 6. С. 29–33.

12. Логинов К.В., Шиков А.Н. Автоматизация процесса адаптации новых сотрудников с применением персонализации траекторий и внедрением игровых механик // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Научные разработки: евразийский регион», (Москва, 14 февраля 2019 г.) – 2019. – С. 203–207.

13. Логинов К.В. Автоматизация процесса адаптации новых сотрудников инновационных компаний с применением индивидуальных траекторий и внедрением игровых механик // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых Университета ИТМО – 2019 г.

14. Логинов К.В., Шиков А.Н. Применение геймификации в корпоративных системах электронного обучения // Информация как двигатель научного прогресса: сборник статей по итогам научно-практической конференции (Саратов, 22 января 2018 г.) – 2018. – Т. 2. С. 196 – 200.

15. The concept of personalized e-learning with the use of mobile applications based on ontologies / K. V. Loginov, A. P. Bakanova, A. V. Chunaev, A. N. Shikov, S. A. Okulov // Ponte. – 2018. – Vol. 74, No. 1|SI. – P. 61–70.

*Тиражирование и брошюровка выполнены
в ООО «Университетские телекоммуникации»
197101, Санкт-Петербург, Саблинская ул., 14. Тел. (812) 233-46-69
Объем 2,2 у.п.л. Тираж 100 экз.*