

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

На правах рукописи



Логинов Константин Викторович

**Метод управления процессом прохождения учебного курса с
применением событийно-ориентированных игровых механик**

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент
Шиков Алексей Николаевич

г. Санкт-Петербург
2021

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Исследование организации управления системой корпоративного обучения.....	15
1.1 Актуальность темы исследований. Проблемы корпоративного обучения.....	15
1.2 Применение модели смешанного обучения в рамках реализации процесса корпоративного обучения.....	18
1.3 Организация системы управления корпоративным обучением с применением игровых механик.....	21
1.4 Области применения геймификации в рамках реализации корпоративной системы обучения.....	27
1.4.1 Применения геймификации в рамках реализации поддержки процессов подбора кандидатов.....	27
1.4.2 Внедрение геймификации при автоматизации процессов адаптации персонала.....	31
1.4.3 Автоматизация системы поддержки развития персонала с применением игровых механик.....	37
1.5 Методы оценки эффективности систем корпоративного обучения.....	43
Выводы по главе 1.....	56
Глава 2 Метод и модели управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик.....	59
2.1 Обзор стандартов электронного обучения.....	59
2.2 Формальный подход к определению понятия воздействия игровой механики.....	69
2.3 Модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик.....	74
2.4 Информационная модель электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик и метод организации автоматизированного управления генерацией их воздействий.....	79
2.5 Модель выбора оптимального набора игровых механик.....	85
2.6 Модель реализации игровой механики предписания.....	92

2.7 Задача подбора кандидатов.....	92
Выводы по главе 2.....	93
Глава 3 Программная имплементация разработанных решений	96
3.1 Система дистанционного обучения	96
3.2 Хранилище учебных записей.....	101
3.3 Rule Library	104
3.4 Activity Provider.....	105
Выводы по главе 3.....	107
Глава 4 Экспериментальные исследования и апробация разработанных решений	109
4.1 Описание условий эксперимента и апробации.....	109
4.2 Методика проведения эксперимента и апробации	110
4.2.1 Проведение эксперимента №1	110
4.2.2 Проведение эксперимента №2.....	125
4.2.3 Сравнение результатов двух экспериментов	136
4.2.4 Оценка эффективности проведенных курсов на основе.....	139
модели Киркпатрика.....	139
4.2.5 Общие рекомендации по использованию разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик.....	143
Выводы по главе 4.....	144
Заключение	150
Список использованных источников	153
Приложение 1	163
Приложение 2	164
Приложение 3	166
Приложение 4	167
Приложение 5	168
Приложение 6	169

Введение

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 [39].

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 [84,85,86,87,88,89,90,91] и другие ученые и эксперты, работы которых отразили результаты проведённых исследований сущности геймификации, определения ее видов, возможных приложений. Однако их работы больше посвящены рассмотрению геймификации с точки зрения психо-эмоциональных, идеологических и бизнес подходов. Системные подходы к технической реализации геймификации в рамках проведения корпоративного обучения на данный момент практически отсутствуют.

Цель диссертационного исследования состоит в повышении эффективности систем электронного обучения персонала компаний 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.

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.

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.

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.

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.

Положения, выносимые на защиту:

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 производственных 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)

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».

Апробация результатов исследования. Полученные результаты диссертационного исследования апробированы и внедрены на предприятиях ООО «Биарум», ГК «СКАУТ», ООО «РосБалт», ЗАО «Спб Образцовая Типография». Справки о практическом применении результатов диссертационной работы включены в приложение 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 с номером № 2018618265 программа для ЭВМ «Корпоративная система электронного обучения и повышения квалификации персонала на основе мобильных технологий».

Личный вклад 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.

Вклады соавторов:

- Шиков А.Н. - научное руководство исследованиями, разработка концепции персонализированного электронного обучения на основе онтологического подхода, оценка эффективности внедряемых

корпоративных технологий электронного обучения, разработка программного кода и тестирование создаваемых программы корпоративного электронного обучения на основе мобильных технологий и модуля корпоративной системы электронного обучения по учёту и работе с компетенциями сотрудников;

- Баканова А.П. – разработка метода подбора подходящего исполнителя на основе компетентностного подхода, разработка и апробация онтологической модели и применение её в системе корпоративного электронного обучения, разработка модуля корпоративной системы электронного обучения по учёту и работе с компетенциями, апробация и внедрение разрабатываемого программного обеспечения;
- Чунаев А.В. - разработка метода и моделей персонализированного корпоративного обучения на основе личных предпочтений, создание рекомендательной системы выбора индивидуальных траекторий обучения;
- Никитина Л.Н. - разработка и координация внедрения системы персонализированного электронного обучения на предприятиях текстильной и легкой промышленности;
- Окулов С.А. - разработка архитектуры, разрабатываемого мобильного приложения для корпоративной системы электронного обучения;
- Шиков П.А. - разработка экономических показателей эффективности КРІ для компетентностных моделей и оценки эффективности деятельности сотрудников компаний после повышения квалификации или корпоративном обучении;
- Шиков Ю.А. - тестирование и апробация применения КРІ экономических показателей эффективности использования систем и технологий электронного обучения на предприятия текстильной и легкой промышленности;

- Летов Н.Е. – разработка и верификация программы корпоративного электронного обучения;
- Кайбассова Д. - разработка и внедрение курса в корпоративные системы электронного обучения;
- Коцюба И.Ю. – верификация математических моделей;
- Кузьмин К.С. – разработка и тестирование программы корпоративного электронного обучения 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, рисунков – 35, таблиц - 27, формул – 50, источников - 91, приложений- 6.

Глава 1 Исследование организации управления системой корпоративного обучения

1.1 Актуальность темы исследований. Проблемы корпоративного обучения

В эпоху постиндустриального общества основу стабильной компании составляет его персонал. Сегодня с уверенностью можно утверждать, что одна из основных ценностей, которой обладают ведущие компании мира, в том числе и находящиеся в топ 5 компаний мира по критерию рыночной капитализации по итогам 2017 года, а именно: Apple Inc., Alphabet Inc. (ex Google), Microsoft, Amazon Inc., Facebook – это опыт, навыки и знания своих сотрудников [51].

В условиях сложившейся бизнес конкуренции постоянное их развитие - необходимость, позволяющая компании оставаться на рынке и быть конкурентоспособной. Поэтому так важно реализовывать деятельность внутри компании по развитию навыков, приобретению новых знаний, обучению лучшим практикам решения задач в рамках компании. Можно выделить ряд предпосылок возникновения необходимости обеспечения мероприятий по корпоративному обучению персонала:

- профессиональные знания устаревают быстрее, чем бывают получены в полном цикле образования;
- недостаточно высокий уровень имеющихся знаний и умений новых сотрудников;
- особенности используемого стека технологий в компании;
- необходимость адаптации нового персонала компании;
- изменение тенденций использования тех или иных инструментов и технологий;
- возникновение лучших практик, которые необходимо встраивать в рабочие процессы компании;
- подготовка руководящих кадров и их последующая адаптация;

- задача снижения показателя текучести кадров.

Для руководства компаний реализация процессов, связанных с обеспечением прохождения корпоративного обучения, является одной из целевых инвестиций для повышения интеллектуального потенциала коллектива. Данный вид инвестиций позволяет повысить мотивацию сотрудников, а также преданность компании; формирует базу знаний и лучших практик, используемых в производстве; позволяет реализовать механизм преемственности управления.

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

Таким образом, реализация процессов внедрения корпоративного обучения является выгодным вложением для работодателя и возможностью профессионального роста для персонала компании. Однако, стоит понимать, что реализация данного процесса должна удовлетворять ряду требований, связанных с:

- минимизацией времени, затрачиваемого на обучения – необходимо не допустить реализацию подходов и практик, при которых сотрудник будет жертвовать качеством выполнения своих должностных обязанностей для достижения целей обучения;
- минимизацией рабочих часов нанимаемых преподавателей/экспертов компании – так как данный показатель прямо коррелирует с объёмом средств, необходимых для реализации процесса обучения, выделяемых компанией;
- обеспечением максимальной эффективности проведения данного процесса с целью максимального повышения уровня владения необходимыми компетенциями.

В последние годы наблюдается переход от классического массового обучения персонала к электронному обучению и дистанционным технологиям. Но при реализации обучения в рамках новой парадигмы наблюдаются проблемы, связанные с организацией электронного обучения и эффективностью его использования. В рамках проведённого исследования определялась доля сотрудников, которые успешно завершили курсы в рамках прохождения корпоративного обучения, проводимые по трём различным схемам: очной, смешанной и электронной. Результаты показали, что:

- доля сотрудников, успешно закончивших прохождения курсов исключительно в корпоративных системах электронного обучения, составила только 12%. Данный факт может быть объяснён как низким качеством самих обучающих курсов, так и недостаточной мотивацией и вовлечённостью персонала на самостоятельное освоение обучающего контента;
- количество сотрудников, которое успешно завершила очное обучение с отрывом от выполнения основной работы, оказалось равным 27%. Очевидными недостатками данной формы реализации обучения является факт высокой стоимости его проведения, а количество затрачиваемых средств и времени не всегда может быть компенсировано результатами его реализации;
- доля персонала, успешно справившаяся с прохождением обучения с использованием модели смешанного обучения (blended learning) – 44%. [1]

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что реализация корпоративного обучения с применением подхода blended learning позволяет обеспечить удовлетворение вышеперечисленных требований, и при этом повысить мотивацию сотрудников к прохождению корпоративного обучения, а, как следствие, и эффективность его проведения.

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 [2].

1.2 Применение модели смешанного обучения в рамках реализации процесса корпоративного обучения

«Смешанное обучение — модель, построенная на основе интеграции и взаимного дополнения технологий традиционного и электронного обучения, предполагающая сокращение аудиторных занятий за счет переноса определенных видов учебной деятельности в электронную среду» [3].

Перенос определённой доли учебного курса в формат самостоятельного дистанционного изучения позволяет минимизировать часы работы преподавателя (эксперта), а также сформировать среду для реализации индивидуальной траектории обучения каждого обучающегося за счет предоставления возможности прохождения части курса онлайн в удобном для него режиме.

По совокупному объёму используемого электронного обучения и дистанционных обучающих технологий, а также характеру взаимодействия участников процесса обучения можно разделить на:

- традиционное (классическое) обучение, подразумевающее отсутствие использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий;
- традиционное обучение с веб-поддержкой, реализация дистанционной части обучения (вебинары, лекции, чаты, форумы, поддержка через LMS) не превышает 30% от объёма всего проводимого обучения;

- смешанное обучение, использование как очных традиционных занятий, так и занятий с использованием ЭО и ДОТ, причём доля части обучения, реализующейся дистанционно варьируется от 30 до 80%;
- онлайн-обучение, проведение всех обучающих активностей исключительно в дистанционном формате.[4]

Анализ предметной области показал, что можно выделить следующие модели имплементации концепции смешанного обучения:

1.«Face-to-Face Driver». Модель, в рамках реализации которой, предполагается, что основная передача знаний осуществляется в ходе очных традиционных занятий, дистанционные обучающие технологии используются лишь для проверки усвоения пройденного материала, закрепления и углубления;

2. Online Driver. Данная модель организации смешного обучения предполагает освоение материала обучающимися в дистанционном формате самостоятельно на основе предложенных видеолекций, проводимых вебинаров, онлайн-тренажёров решения практических учебных задач, контроля знаний путём прохождения онлайн тестирования. Встречи с преподавателем в очном формате осуществляются по договорённости и при необходимости.

3. Flex model. Модель, также предусматривающая самостоятельное освоение обучающимися учебного материала с помощью дистанционных образовательных технологий, однако выделяется роль координатора организации процесса обучения в лице преподавателя, основными задачами которого становятся определение наиболее проблемных и сложных мест, обеспечение доступа к дополнительным источникам информации касательно данной части учебного контента, обсуждение и прояснение в ходе очных встреч или онлайн вебинаров;

4. Rotation model (Flipped Class). Предполагается чередование форматов очного и онлайн обучения. Например, изначально новый материал преподаётся

в рамках традиционного учебного занятия, а закрепление и контроль знаний проводятся с помощью ДОТ и ЭО, а затем наоборот;

5. Self-blend. При использовании данной модели подразумевается освоение базовых курсов в рамках проведения очных занятий, а углубленное изучение отдельных курсов или модулей курсов организуется в дистанционном формате;

6. Online Lab. Реализация смешанного обучения на основе данной модели предполагает проведение практических занятий (проведение экспериментов, решение практических задач, выполнение лабораторных работ) в традиционной очной форме с использованием виртуальных лабораторий, виртуальных тренажёров и различных электронных платформ. [5]

Стоит понимать, что выбор модели смешанного обучения для реализации корпоративной системы обучения, а также определение процентного содержания в применяемой модели долей очного и дистанционного обучения нельзя строго регламентировать. Решения о правилах формирования траекторий обучения и распределении материала для очного и заочного изучения производятся на основе экспертного подхода и кастомизации системы под конкретный случай реализации корпоративного обучения [6].

Возвращаясь к требованиям, выдвигаемым к реализации процессов корпоративного обучения, для обеспечения возможности прохождения такого обучения сотрудниками без существенного отвлечения от выполнения основных трудовых обязанностей должны применяться методы и способы обучения, позволяющие освоить наибольшее количество обучающего контента, максимально повысить уровень владения компетенциями, минимизировав время проведения такого обучения. Ещё одним из таких методов является внедрение геймификации в рамках реализации процессов корпоративного обучения.

1.3 Организация системы управления корпоративным обучением с применением игровых механик

Эдгар Дейл, сотрудник Государственного университета штата Огайо, в ходе проведённых исследований, установил связь между качеством усвоения учебного материала и формами и методами его преподавания. Полученные им и его последователями результаты исследований представлены в виде диаграммы, известной, как конус опыта Дейла (Рис. 1) [7]. На основе анализа результатов проведённого исследования можно сделать вывод, что выполнения реальных действий или же их имитация, позволяет увеличить качество усвоения обучающего материала до 90% новых знаний, применённых на практике.



Рисунок 1 - Конус Дейла

Можно с уверенностью утверждать, что трансформация и модернизация процесса обучения побуждает рассматривать данный процесс уже не как передачу готового набора сведений от преподавателя к обучающимся, а как предоставление инструментов и возможностей на основе личного опыта овладеть необходимыми знаниями, навыками и умениями.

Использование игровых бизнес-симуляций, позволяющих реализовывать имитацию реальной деятельности, предоставляют такую возможность. Процесс внедрения в процесс обучения таких игровых бизнес-симуляций называют геймификацией.

В целом под понятием геймификация подразумевают «использование игровых элементов и методов игрового дизайна в неигровых контекстах; применение подходов, характерных для компьютерных игр неигровых процессов с целью привлечения пользователей, повышения их вовлечённости в решение прикладных задач, либо использование продуктов и услуг потребителями. В основе геймификации - анализ поведения человека, а также методология правильной мотивации, исходящая из анализа поведения данного человека» [8]. Использование геймификации в настоящее время наблюдается для решения задач в самых различных областях деятельности, например, банковская сфера [9, 10, 54, 55], рекрутинг и менеджмент [11, 56, 57], маркетинг [12, 13, 58]. Также, большее распространение получает внедрение геймификации и в области обучения, в том числе и корпоративного.

В качестве одной из ключевых целей внедрения геймификации можно выделить оперативное предоставление пользователю обратной связи. Разумеется, у обучающегося, выполнившего задание и ожидающего результатов проверки его работы от преподавателя-эксперта, с течением времени снижается вовлечённость, а также в случае необходимости устранения недочётов в выполненной работе, увеличивается временной интервал между итерациями, что «тормозит» весь процесс обучения и увеличивает нагрузку на преподавателя. Предоставление оперативной обратной связи пользователю платформой электронного обучения позволяет ускорить процесс выявления проблемных мест в учебном материале для обучающегося с целью скорейшей их проработки и демонстрацией успешного освоения данной проблемной для обучающегося областью учебного контента в ходе следующей попытки. Предоставление

возможности подобного интерактивного взаимодействия с системой позволяет пользователю в случае успешного прохождения задания или модуля осознать свой успех и достижение краткосрочной цели, что в свою очередь, мотивирует его на выполнения дальнейших действий по достижению глобальной цели обучения. Обеспечение такой обратной связи может осуществляться с помощью применения игровых механик.

Под понятием игровые механики понимают совокупность действий, которые может совершить пользователь, а также совокупность правил и ограничений. На основе анализа применяемых игровых механик в обучение для различных целей можно выделить следующий список основных и наиболее используемых:

1. Механика предписания (назначенной встречи). Суть данной механики заключается в том, что пользователь системы, совершая необходимое действие в определённый интервал времени, получает вознаграждение за его выполнение или наказание за невыполнение.
2. Механика поощрения. Механика, реализуемая счёт выдачи виртуальных поощрений: баллов, очков, бэйджей за выполнения определённых действий. Баллы и очки могут начисляться за успешное выполнения несложных элементарных действий, а бэйджи, например, при достижении более масштабных долгосрочных целей.
3. Локальные и глобальные цели. Достижение локальных целей может быть осуществимо игроком в текущий момент времени, о чём он сразу же узнаёт благодаря обеспечению быстрой обратной связи. Достижение же глобальных целей осуществляется в ходе достижения локальных.
4. Интерактивность - обеспечение незамедлительной реакции со стороны системы на действия игрок для достижения локальных целей.

5. Соревновательность – механика для стимулирования мотивации путём свободного предоставления результатов каждого из игроков. Результаты могут быть представлены в виде рейтингов игроков с наилучшими достижениями.
6. Конфликт (вызов, челлендж) - проблема/задача некоторого рода, которую пользователь должен преодолеть/выполнить. В качестве такой проблемы может выступать какое-то препятствие, соревнование с другим игроком, загадка и прочее.
7. Кооперация – командная работа совокупности игроков для достижения общей цели.
8. Стратегия и шанс – игровая механика, которая позволяет игроку самостоятельно принимать решение о дальнейшем развитии сюжета игры на основе существующего вектора возможных вариантов, что позволяет предоставить пользователю некоторую степень свободы.
9. Случайные события – возникновение ситуаций, генерация которых не зависит от действий игрока, либо не может быть предсказуема им.
10. Подсказки (хинты) – помощь игроку в виде предоставления частичной информации для решения задачи, которую в ходе своих попыток решить самостоятельно не вышло.
11. Сторителлинг. Построение сюжетной линии, объясняющей необходимость выполнения тех или иных действий игроком. Основной целью данной механики является обеспечение высокого уровня мотивации игрока на основе эмоционального отклика.
12. Прогресс. Обеспечение постепенного усложнения предлагаемых игроку заданий для ощущения повышения его навыков и умений. Усложнение заданий не должно быть слишком быстрыми и резким, особенно на начальном этапе – режиме адаптации. Такое

постепенное усложнение позволяет сохранять уровень вовлечённости и мотивировать игрока.

13. Визуализация. Суть данной механики заключается в наглядном представлении численных метрик, характеризующих игрока, либо процесс игры. Например, отображения прогрессбара завершения задачи/уровня/игры, умений или навыков; отображении рейтингов в виде лидербордов; диаграммы распределения вложенного вклада каждого игрока при выполнении групповых задач. Механика визуализации облегчает восприятие и анализ существующей информации игроком для принятия дальнейших решений.
14. Уровни сложности. Решения задачи может быть реализовано на различном уровне сложности путём формирования различных требований к успешному выполнению задачи. Применение данной механики позволяет обеспечить удержание игрока за счёт его стремления к получению максимально возможного результата.
15. Признание. Получение игроком определенного статуса, ранга, уровня за совокупность совершённых игровых действий.
16. Сравнение (зависть). Механика, основанная на естественном эмоциональном желании игрока быть не хуже других, иметь достижения и игровые атрибуты не хуже, чем у других.
17. Награда по критерию – поощрение игрока за достижения каких-либо количественных метрик, напрямую не связанных с выполнением основным задач геймплея.
18. Развитие. Повышение каких-либо характеристик игрового персонажа с течением большего времени нахождения в игровом пространстве и достижения локальных и глобальных целей.
19. Шэринг – публикация своих игровых результатов, чаще всего в социальных сетях, с целью самоутверждения за счёт демонстрации своих достижений широкой публике.

Использование механики предписания в рамках имплементации системы корпоративного обучения позволяет стимулировать соблюдение дедлайнов обучающимися. Не выполнив задание в установленный преподавателем-экспертом срок, который был зафиксирован в системе, пользователь лишается части баллов за выполнение задания, следовательно, не может претендовать на максимальный балл за задание/модуль/обучающий курс и не может претендовать на 100-процентную полосу прогресса.

Побуждение к достижению максимального заполнения полосы прогресса — задача, решаемая внедрением механик прогресса и развития. Использование шкалы прогресса, а также ее визуализация позволяют существенно повысить мотивацию обучающегося к дальнейшему росту, так как в любой момент времени пользователь может отследить свой прогресс, на основе предыдущих результатов. В свою очередь, отслеживание не только своих результатов, но и результатов коллег побуждает пользователей более активно и качественно выполнять необходимые задания, ведь никто не любит быть в роли отстающего. Педалировать такую реакцию обучающихся можно за счёт механики соревновательности. Для стимулирования духа соревновательности в системе обучения публикуются лидерборды с рейтингами лучших учащихся. «Это потребность в самоуважении, потребность в справедливом признании, потребность в самореализации, потребность во внимании и заботе со стороны администрации, потребность в достижении успеха, желание видеть свой вклад в общем результате» [14].

Еще одна игровая механика, позволяющая мотивировать обучающихся к возвращению в систему обучения — механика поощрения. В качестве поощрения могут выступать очки, баллы, медали, бейджи, которые даже могут быть учтены при определении реального KPI сотрудника, или могут быть сконвертированы для получения каких-либо реальных призов от компании. Применение данной игровой механики в совокупности с механиками признания, соревновательности и сравнения, которая

основывается на естественном желании человека иметь все самое лучшее и быть не хуже других, становится мощным инструментом мотивации.

Следующая игровая механика, внедрение которой в рамках реализации системы корпоративного обучения, может повысить её эффективность — механика кооперации, являющаяся одним из сильнейших инструментов сплочения коллектива и тренировки навыков командной работы. Суть данной механики в объединении обучающихся в группы, реализующие решение единой задачи. Применение механики кооперации способствует повышению чувства ответственности за результат перед командой и персональный вклад в решение задачи, за счёт естественного нежелания подвести своих коллег, выступив в роли «слабого звена» коллектива.

Таким образом, на основе анализа существующих игровых механик и их использования, можно заключить, что многие из них могут быть внедрены в ходе имплементации корпоративной системы обучения для повышения уровня вовлечённости, мотивации и удержания.

1.4 Области применения геймификации в рамках реализации корпоративной системы обучения

Основной целью внедрения геймификации является повышение вовлеченности персонала в процесс обучения, повышения профессиональных компетенций.

Можно выделить следующие основные области применения геймификации в рамках автоматизации процессов управления персоналом:

1. На этапе подбора кандидатов.
2. В рамках реализации процесса адаптации.
3. Для поддержки организации процесса развития персонала.

1.4.1 Применения геймификации в рамках реализации поддержки процессов подбора кандидатов

Процесс подбора кандидатов является одним из ключевых в компании, определяющий кадровый состав организации. Основная задача специалиста

по найму заключается в поиске кандидатов, обладающих наиболее близким набором компетенций и уровнем их владения для конкретной позиции, а также их вовлечение в компанию. Каждая компания стремится к набору лучших на рынке кандидатов, поэтому специалист по найму, а также сотрудники, принимающие участие в собеседовании потенциальных работников, должны быть уверены, что навыки, знания и опыт кандидата наилучшим образом удовлетворяют требованиям вакансии и корпоративной культуре. Цена трудоустройства «неправильных» сотрудников слишком велика, поэтому инновационные компании ищут новые возможности улучшить процессы привлечения и найма идеальных кандидатов [15].

Автоматизация процесса адаптации персонала путём внедрения информационной системы управления и развития персонала позволяет минимизировать время, которое затрачивают эксперты компании на помощь в адаптации новых сотрудников.

Внедрение геймификации в процессы подбора кандидатов позволяет существенно облегчить задачу верификации необходимых умений и знаний, а также позволяют оценить владение такими специфическими навыками как управление временем, оценка рисков, креативное мышление. С другой стороны геймифицированный процесс отбора помогает кандидату получить представление о компании, её политике, культуре и ценностях в неформальной игровой обстановке. Инструменты геймификации, интегрированные в процесс подбора кандидатов, позволяют кандидату ощутить себя на потенциальном рабочем месте с помощью смоделированной среды, а также помогает компании выявить фактическое поведение и возможности потенциального работника.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что внедрение геймификации в рамках процесса подбора кандидатов, позволят решить две задачи:

- для соискателей - обеспечить процесс более комфортного и непринужденного прохождения отбора за счет смещения фокуса с

самого процесса оценки знаний и навыков кандидата, снижая фактор стресса;

- для специалистов по подбору персонала - повысить качество подбора снижая временные и ресурсные издержки, реализуя его более комплексно и глубоко.

Успешный практический опыт крупных мировых компаний подтверждает факт позитивного влияния применения геймификации в рамках процесса подбора кандидатов. Так, компанией L'Oreal была разработана платформа с применением игровых механик для подбора кандидатов на маркетинговые, кадровые, торговые и операционные позиции «Reveal the Game». Данный геймифицированный сервис позволил кандидатам на вакантные позиции испытать на себе работу в крупной фирме, взаимодействуя с аватарами, представляющими коллег и клиентов. Это позволило им понять для работы в каком именно отделе они бы подошли лучше всего. У пользователей приложения была возможность играть друг против друга и делиться своими результатами через социальные сети. Данный инструмент для компании выступил в качестве отличного способа оценки аналитических способностей кандидатов, что было сложно сделать, используя рядовые методы собеседований и найма, и нанять лучших специалистов. За 5 лет функционирования «Reveal the Game» им воспользовалось около 120000 кандидатов, а сама же разработка получила награду национальной премии трудоустройства выпускников за самый инновационный подход к привлечению молодых специалистов [16].

Ещё одной крупной компанией, использовавшей применившей геймификации для найма новых сотрудников, является Marriott Hotel, которой была разработано геймифицированное приложение «My Marriott Hotel», размещённое в социальной сети Facebook. Пользователям приложения доступны функции управления виртуальным отелем – кухней, рецепцией, номерами. Данное приложение предоставляет возможность кандидатам лучше понять аспекты всех процессов и корпоративной

культуры компании, в то же время, сохраняя баланс между, получением информации, демонстрации навыков и развлечением. Количество кандидатов, воспользовавшихся «My Marriott Hotel» составляет порядка 12000 человек. Реализация такого сервиса позволила проводить отбор кандидатов, которые уже имеют представление об особенностях процессов и ценностях компании, а также сформировала позитивный образ бренда в более чем 100 странах мира [17].

Французская почтовая компания Formaposte разработала игру JeuFacteur Academy для того, чтобы пользователи могли попробовать себя в данной отрасли [18]. Данное геймифицированное приложение покрывает все аспекты деятельности новых сотрудников, которые ожидаются от кандидатов. Основной целью разработки данной игры было сокращение количество увольняющихся сотрудников, так как около четверти вновь нанятых работников уходили из компании через непродолжительный промежуток времени, что увеличивало объём финансовых средств на постоянный поиск и оформления новых сотрудников. Таким образом, внедряя геймификацию, компания стремится управлять ожиданиями кандидатов, минимизируя расходы на эту деятельность по сравнению с реализацией дорогостоящих для компании программ стажировок. Результатом применением игровых механик в рамках реализации подобного инструмента подбора кандидатов Formaposte удалось снизить показатель увольнений в течение испытательного периода с 25% до 8%. К тому же, новые сотрудники, нанятые по результатам прохождения JeuFacteur Academy, также были более осведомлены особенностями работы в компании и отдельными аспектами выполнения трудовых обязанностей.

Международная аудиторская и консалтинговая компания PwC, предоставляющая услуги в области бизнес-консультирования, обучения, налогообложения и права компаниям различных отраслей, представила игру Multipoly [19]. Основная цель, преследуемая компанией, заключалась в привлечении большего количества кандидатов для работы. В ходе

внутреннего анализа данных посещения раздела карьеры сайта PwC было выявлено, что кандидаты уделяли ему меньше 15 минут, поэтому задача привлечения квалифицированных подходящих кандидатов стояла наиболее остро. Геймифицированный сервис Multipoly позволил потенциальным сотрудникам проверить свою готовность и пригодность для работы в компании, работая в командах и решая реальные бизнес задачи. Данный сервис предлагает кандидатам задания, основанные на компетенциях, необходимых для работы в PwC таких как «деловая хватка», информационно-коммуникационные навыки и навыки общения. В результате внедрения инструмента Multipoly в рамках реализации подбора и найма персонала количество кандидатов, желающих работать в PwC увеличилось на 190%, а также из всех кандидатов, завершивших прохождение данной игры, 78% хотели бы стать сотрудниками компании [20].

Успешный практический опыт внедрения геймификации для обеспечения процессов подбора кандидатов крупными компаниями свидетельствует о его эффективности.

1.4.2 Внедрение геймификации при автоматизации процессов адаптации персонала

В качестве одной из ключевых существующих проблем управления персоналом, можно выделить проблему текучести кадров – смены сотрудников какой-либо позиции. В том случае, если данный показатель значительно превышает нормальное значение порядка 10%, то такая ситуация резко негативно отражается на корпоративных процессах. Постоянный поиск новых кадров, вследствие их текучести, их оформление, реализация процесса адаптации накладывают высокие издержки. «Процесс адаптации должен стать понятным, увлекательным и структурированным. Он призван облегчить работу HR и руководителя, при этом обеспечить комфортные условия для новичка. Эту задачу решает геймификация, которая

вовлекает сотрудников и помогает усваивать материал качественней и быстрее» [21].

Построение процесса подбора кандидатов с внедрением игровых механик, который был описан в пункте 1.4.1, позволяет снизить показатель текучести кадров в компании. Минимизация значения показателя данной характеристика осуществляется по причине предоставления возможности управления ожиданиями потенциального сотрудника, так в игровой форме он может познакомиться с процессами в компании, спецификой работы. Сотрудники компании, осуществляющие поиск кадров, в свою очередь лучше понимают возможности потенциального сотрудника, получают больше информации о его компетенциях. Но, поскольку согласно статистике около 80% увольнений по желанию сотрудников происходит в первые недели работы в компании, то задача выстраивания эффективного процесса адаптации нового персонала также является актуальной. «Первые дни работы на новом месте являются наиболее стрессовыми для любого сотрудника. Вам необходимо совершить множество действий на открытой и незнакомой местности» [22]. Компании заинтересованы в скорейшем вхождении новых сотрудников в проекты и рабочий процесс. С этой целью создаются условия для адаптации новых сотрудников по специальным программам.

Адаптация персонала представляет из себя «процесс, в ходе реализации которого происходит приспособление нового сотрудника к многообразным аспектам деятельности в организации: содержанию и условиям труда, корпоративной культуре, правилам внутреннего трудового распорядка и механизмам осуществления трудовой деятельности» [22]. На рисунке 2 представлена схема классификации процесса адаптации согласно содержанию. Для обеспечения возможности понимания новым сотрудником своей роли в рамках общих процессов производства компании реализуется организационная адаптация. В ходе прохождения данного вида адаптации сотрудник знакомится со структурой подразделений компании, нормами

корпоративного распорядка, организационными процессами внутри компании.



Рисунок 2 - Классификация адаптации сотрудников по содержанию

Обеспечить возможность более скорого приспособления нового персонала к санитарно-гигиеническим условиям труда компании позволяет реализация процесса психофизиологической адаптации. За вхождение в понимание глобальных целей компании, вектора её развития и стратегий отвечает проведение социальной адаптации, которая также помогает новым сотрудникам познакомиться с проектами и рабочими процессами. «Эффективность нового работника напрямую связана с первыми ощущениями и знакомствами, с первыми выводами и впечатлениями. Самая лучшая форма для плавного входа сотрудника в ритм работы — welcome-quest, основной целью которого является не только получение перманентных знаний о жизни офиса, но и вовлечение в трудовую деятельность компании с помощью игровых элементов» [23]. Адаптация позволяет новому персоналу компании обеспечить постепенное погружение в новую предметную область проекта, знакомит со стандартами и инструментами, используемыми на проекте, лучших практиках использования с учётом корпоративных особенностей их применения.

На данный момент выделяют такие методы организации проведения адаптации персонала, как Budding, наставничество, Job Shadowing. Однако, основным недостатком их применения является факт того, что для

обеспечения поддержки новых сотрудников затрачивается слишком много времени опытных сотрудников-экспертов, снижая их эффективность выполнения своей основной работы, по причине постоянного переключения контекста своих задач и нового сотрудника, необходимостью объяснений, решение рутинных вопросов. Автоматизация данного процесса поддержки новых сотрудников за счёт внедрения специальных корпоративных информационных систем управления персоналом [24]. Это минимизируем временные затраты кураторов и наставников на поддержку новых сотрудников, и в то же время сокращают время вхождения нового персонала в работу.

Реализация процессов организационной и социальной адаптации может быть осуществлена путём размещения структурированной информации о компании, её внутренней организационной и функциональной структуре, внутрикорпоративных процессах в информационной системе. Персонализировать процесс адаптации позволяет подход к разграничению прав доступа к той или иной информации в системе согласно принадлежности сотрудника к структурной единице компании, команде, проекту, направлению работы. Использование информационных систем управления персоналом помогает автоматизировать процессы информирования сотрудников и сбора данных в ходе проведения адаптации.

Одной из ключевых задач компании также является повышения уровня мотивации и вовлечённости персонала в процесс адаптации. Для решения данной задачи при реализации автоматизированных систем применяются элементы геймификации. Например, в качестве сценария внедрения геймификации в рамках проведения адаптации может быть использован приём, когда новому сотруднику предоставляется его виртуальный аватар в информационной системе управления персоналом, отражающий прогресс прохождения адаптации.

Применения игровой механики поощрения позволяет сотруднику, в лице своего аватара, получать баллы, очки, бэйджи и другие атрибуты за успешное

выполнение необходимых в ходе прохождения адаптации действий. Такой подход предоставляет возможность в автоматическом режиме осуществлять обратную связь с новым сотрудником при выполнении им задач адаптации, отслеживать прогресс прохождения адаптации, идентифицировать проблемные места, реализовывать систему поддержки принятия решений прохождении сотрудником испытательного срока.

Также «одним из инструментов может стать «Карта новичка». Путь, который проходит сотрудник на этапе адаптации — с первого дня и до конца испытательного срока. Путь подобен карте настольной игры. Новичок продвигается по мере выполнения заданий, достигает конечной цели» [25]. «По карте сотрудник продвигается по мере выполнения заданий, которые направляет ему с установленной периодичностью HR (к примеру, раз в 2 дня).

Выполнил успешно задание – продвинулся вперёд по карте и получил следующее. Установите заранее сроки прохождения всей карты и каждой точки отдельно. Рассчитайте сколько понадобится заданий и времени выполнения, чтобы уложиться в испытательный срок» [25]. Такой подход хорошо поддаётся автоматизации и в совокупности с применением механики визуализации четко и наглядно демонстрирует прогресс прохождения процесса адаптации, что играет существенную роль во всем процессе управления персоналом.

Использование механики визуализации для сотрудника же позволяет получить понимание личных целей и отслеживать свой прогресс. Внедрение механики стратегии и шанса путём предоставления степени свободы выбора последовательности выполнения задач позволяет новому сотруднику самостоятельно на основе собственных приоритетов и пожеланий определять стратегию прохождения адаптации.

Внедрение игровой механики соревновательности, реализованной за счёт отображения таблицы лидеров на основе мониторинга результатов всех сотрудников, начавших участие в программе адаптации, позволяет повысить

уровень мотивации эффективного прохождении данного процесса за счёт естественного желания не выступать в роли неуспевающих. Применение игровой механики кооперации, как необходимости выполнения общей задачи группой сотрудников, также позволяет реализовать и процесс прохождения социальной адаптации путём коммуникации с другими сотрудниками компании.

Таким образом, можно заключить, что разработка и внедрение систем управления персоналом для автоматизации процесса проведения адаптации позволяет сократить время прохождения адаптации новых сотрудников, не снижая эффективность труда опытных сотрудников-экспертов, освобождая от выполнения задач, связанных с адаптацией нового персонала что в свою очередь позволяет снизить суммарный объём финансовых затрат на адаптацию новых сотрудников. «Инструмент обучения — геймификация, как нельзя лучше вписывается и воспринимается новым поколением, что позволит в дальнейшем лучше усваивать пройденный материал и навыки, на которые было направлено обучение.

Такой инструмент, как геймификация в последнее время набирает свою популярность как технология управления персоналом. Использование игровых моментов и механизмов позволяет привлекать ценных сотрудников, повышать их мотивацию, способствует расширению знаний, применению навыков, приобретенных в игре, в реальной деятельности» [21].

При автоматизации управления процессом адаптации использование игровых механик показывает хорошие результаты, что доказывается успешным практическим опытом внедрения таких систем в крупных компаниях. Так, например, Японское представительство компании McDonalds реализовала процесс прохождения обучения нового персонала с помощью обучающей игры, разработанной под платформу Nintendo DS [27]. В результате внедрения такого подхода к введению в работу нового персонала время, которое выделяется с целью проведения обучения новых сотрудников в среднем сократилось в два раза, а проведённое анкетирование

и опрос сотрудников показал, что сотрудники, проходившие процесс адаптации с помощью разработанного сервиса, быстрее вливались в коллектив.

Резюмируя вышеизложенное, можно говорить о том, что внедрение игровых механик и геймификация процесса прохождения адаптации персонала при автоматизации за счёт разработки информационных систем управления и обучения персонала позволяет повысить уровень мотивации и вовлеченности сотрудников в данный процесс, что сокращает время введения нового персонала в работу, а также является важным имиджевым элементом инновационной компании, позволяющим повысить к ней лояльность её персонала.

1.4.3 Автоматизация системы поддержки развития персонала с применением игровых механик

Наряду с вышеперечисленными задачами управления персоналом также можно выделить задачу управления развитием и обучением сотрудников. Основные предпосылки к выстраиванию таких процессов были описаны в пункте 1.1.

Для решения задачи управления развитием и обучением персонала разрабатываются корпоративные системы обучения. Обеспечение развития и постоянного поддержания уровня владения компетенциями, необходимых для процесса производства, для инновационных предприятий является одним из важнейших условий конкурентоспособности и лидерства на рынке.

Одним из подходов к организации обучения является ориентация на матрицу компетенций сотрудников. Под матрицей компетенций понимают перечень компетенций, имеющих ценность для компании и помогающих в реализации ее задач. Охватывает различные знания, умения и навыки и организована в виде профилей компетенций - наборов компетенций и уровней владения данными компетенциями, необходимые для успешного выполнения конкретных задач.

Таблица 2 - Матрица компетенций

	c_1	c_2	...	c_p
k_1				
k_2				
...				
k_r				

где c_1, c_2, \dots, c_p – набор компетенций, соответствующий конкретному профилю;

k_1, k_2, \dots, k_r - уровень владения данными компетенциями.

На основе текущих показателей владения компетенциями конкретного сотрудника, а также их целевых значений относительно текущей позиции, либо позиции, на которую он может претендовать выстраивается траектория обучения с целью дальнейшего развития сотрудника. Расчёт отклонений текущей матрицы компетенций от целевой может быть рассчитан как:

$$\begin{cases} k_{1goal} - k_{1cur} \leq \delta_1, \\ k_{2goal} - k_{2cur} \leq \delta_2, \\ \dots \\ k_{pgoal} - k_{pcur} \leq \delta_p \end{cases} \quad (1)$$

где k_{pgoal} - целевое значение уровня владения р-ой компетенцией, k_{pcur} - текущее значение уровня владения р-ой компетенцией, δ_p - допустимое отклонение текущего уровня владения р-ой компетенцией от целевой. Таким образом, в качестве критерия достижения целевого профиля компетенций будет выступать вектор:

$$\begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \dots \\ \delta_p \end{pmatrix} \quad (2)$$

значение которого должно быть минимизировано.

Ввиду того, что уровень владения компетенциями, а также их ранжирование по степени важности для компании вариативны, то алгоритм выстраивания траекторий обучения настраивается кастомизированно.

Однако, в общем случае данную задачу можно представить следующим образом:

Вводится коэффициент важности α_i - определяющий уровень важности владения i -ой компетенцией в рамках рассматриваемого профиля компетенций. Тогда можно ввести метрику, характеризующую степень необходимости повышения уровня владения i -ой компетенцией:

$\alpha_i * (k_{i\text{goal}} - k_{i\text{cur}})$, следовательно, необходимость повышения уровня компетенций каждого сотрудника определяется вектором:

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 * (k_{1\text{goal}} - k_{1\text{cur}}) \\ \alpha_2 * (k_{2\text{goal}} - k_{2\text{cur}}) \\ \dots \\ \alpha_i * (k_{i\text{goal}} - k_{i\text{cur}}) \\ \dots \\ \alpha_p * (k_{p\text{goal}} - k_{p\text{cur}}) \end{pmatrix} \quad (3)$$

Существует конечный набор обучающих курсов $trCourse_j$, $j \in [1, N]$. Для каждого такого обучающего курса $trCourse_j$ экспертно определена и назначена совокупность компетенций, уровень владения которыми будет повышен на некоторое значение Δ относительно входного уровня владения. Тогда каждый обучающий курс $trCourse_j$ характеризуется вектором значений:

$$\begin{pmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \dots \\ \Delta_p \end{pmatrix} \quad (4)$$

Задача построения индивидуальной траектории обучения сводится к выбору такого минимального подмножества $trCourse_j$, которое бы позволило минимизировать значение вектора:

$$\begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \dots \\ \delta_p \end{pmatrix} \quad (5)$$

за минимальное время.

Применение игровых механик позволяет увеличить значения показателей вовлечённости, удержания и мотивации сотрудников в рамках прохождения

корпоративного обучения. Как уже было обозначено в пункте 1.3: одной из наиболее часто используемых игровых механик является механика предписания или «назначенной встречи», суть которой заключается в своевременном выполнении заданных действия в указанный срок. Данная игровая механика может быть использована в рамках управления процессами корпоративного обучения для стимулирования соблюдения дедлайнов и регулярного выполнения действий, необходимых для успешного освоения проходимого учебного модуля или курса.

Внедрение механики прогресса позволяет повысить мотивацию сотрудника к получению максимального количества баллов, чтобы отслеживать и в полной мере ощущать рост владения необходимыми компетенциями. С этой же целью применяется механика визуализация, позволяющая в наглядной форме представить пользователю системы обучения информацию о его начальных значениях показателей владения определёнными компетенциями, текущих значений и целевых, анализ которой позволяет лучше представлять каких компетенций ему не хватает для перехода на следующую позицию вертикальной карьерной ветки, например, с позиции старшего специалиста на позицию ведущего, либо для перехода на смежную позицию в горизонтальной структуре карьеры, например, с позиции технического писателя на позицию инженера по обеспечению качества продукта. Данная информация также будет полезной руководителям ресурсных центров в рамках мониторинга развития своих сотрудников для их премирования и повышение по вертикали карьерных веток, а также для обеспечения резерва сотрудников, имеющих схожие компетенции, с целью оперативного закрытия вакансий смежных профессиональных областей.

Игровая механика соревновательности и общий доступ к отслеживанию прогресса прохождения учебных курсов и показателей владениями компетенциями также стимулирует сотрудников к максимально качественному и быстрому прохождению обучения, чтобы не оказаться в

роли отстающих относительно своих коллег. Для стимулирования духа соревновательности может быть организована периодическая рассылка с рейтингами лучших сотрудников.

Использование механики кооперации позволяет сплотить рабочий коллектив и улучшить навыки командной работы сотрудников. Применение данной механики способствует повышению чувства ответственности за результат перед командой и персональный вклад в решение задачи.

Одной из самых эффективных механик в случае внедрения геймификации в рамках каких бы то ни было процессов является механика поощрения, стимулирующая пользователей возвращаться в систему. В качестве поощрения могут выступать очки, баллы, бейджи, которые впоследствии могут быть обменены на реальные призы от компании или даже учитываться при определении ключевых показателей эффективности сотрудников, как было реализовано в геймифицированном приложении Renault: Ultimate Sales Manager (рис. 3). Данная игра была разработана для обучения сотрудников компании Renault принятым стандартам обслуживания и корпоративной культуре [26].

Целесообразность применения геймификации и польза её внедрения в рамках реализации системы управления корпоративным обучением также подтверждается практиками её применения крупными компаниями. Например, фармацевтическая компания Astra Zeneca разработала и внедрила геймифицированный сервис Go To Jupiter (рис. 4) с целью проведения обучения агентов компании. По результатам прохождения обучения порядка 97% всех сотрудников использовала данный сервис в ходе прохождения обучения, а 95% от общего числа проходивших обучение сотрудников закончили прохождения всех предоставляемых учебных модулей [28]. Также анализ результатов проведенного обучения показал, что часть из проходивших обучение сотрудников имела такой высокий уровень вовлечённости в процесс, что продолжала выполнять задания с помощью

сервиса Go To Jupiter даже в нерабочее время, а внедрение игровой механики кооперации позволила обеспечить рост сплочённости коллектива.



Рисунок 3 - Пользовательский интерфейс геймифицированного сервиса Renault: Ultimate Sales Manager



Рисунок 4 - Пользовательский интерфейс системы проведения корпоративного обучения с внедрением геймификации Go To Jupiter

Компанией Deloitte Consulting был разработан сервис Leadership Academy, предоставляющий возможность прохождения обучения сотрудникам, находящимся на руководящих позициях в компании.

Внедрение геймификации в реализацию данного сервиса позволила повысить показатель ежедневного удержания пользователей на 46.6%, еженедельного - на 36.3%, среднее время прохождения обучающих курсов сократилось вдвое [29].

Применение игровых механик в рамках реализации системы корпоративного обучения и развития сотрудников может в значительной мере повысить мотивацию персонала к её использованию, позволяет руководителям оценивать прогресс роста владения компетенциями подчинённых для принятия соответствующих кадровых решений. Однако, как уже было замечено, реализация процесса корпоративного обучения должна удовлетворять ряду требований: минимизация времени, затрачиваемого на обучения; минимизация времени рабочих часов преподавателя-эксперта; обеспечение максимальной эффективности проведённого обучения, поэтому задача выбора набора используемых игровых механик должен решать данную проблему, удовлетворяя ограничениям.

1.5 Методы оценки эффективности систем корпоративного обучения

В ходе эксплуатации корпоративной системы обучения возникает необходимость оценки эффективности разработанной системы. Менеджмент компании должен иметь чёткое понимание того, на что расходуются средства и какую пользу получит компания.

Анализ существующей литературы показывает, что не существует единственно правильной формулировки определения понятия эффективности и является предметом научных дискуссий.

В издании [64] присутствует следующая формулировка данного понятия: «эффективность – величина относительная, получаемая делением выходов (результатов) из производственной системы ко входам (ресурсам) в эту систему» [64]. В работе [68] Ван Гиг рассматривает понятие эффективности как степени достижения набора целей. Затраты

представляются не только финансовыми, но и ресурсными, необходимыми для достижения того или иного уровня эффективности. Автором резюмируется, что «желательно найти такой вариант, который бы позволил максимизировать степень достижения цели при тех же затратах, или при котором данная цель была бы достигнута при наименьших затратах» [68].

Следует отметить, что в отечественной литературе можно встретить ряд смежных понятий, отождествляемых с понятием эффективности, например результативность. Так, в Большом экономическом словаре под авторством Борисова А.Б. эффективность понимается как результативность процесса [65]. В работе [66] предлагается рассматривать результативность как коэффициент полезного действия соотношения результата к затратам, а под эффективностью понимать показатель верности выбранного направления. В свою же очередь автор статьи [67] утверждает, что эффективность – соотношения затрат и ресурсов, а результативность рассматривает как направления развития для достижения целей.

Однако, авторы статьи [69] критикуют подобное отождествление. Ключевой аргумент критики заключается в том, что в случае, если в качестве результата процесса окажется «продукт», не удовлетворяющий требованиям и необходимым параметрам, то рассматривать эффективность процесса не представляется возможным по причине отсутствия практического применения. Авторы статьи [70] предлагают «три подхода к определению сущности категории эффективность: достижение эффекта или результата; соотношение результата и затрат; реализация целей при приемлемом соотношении затрат и результатов» [70].

Существует ряд моделей и методик определения эффективности проведения корпоративных обучающих курсов, так или иначе касающиеся выше представленных подходов. Одна из таких моделей – модель ROI (Return on investment), разработанная и опубликованная Дж. Филипсом в 1991 году [71, 72]. Данная модель отражает информацию о возврате

вложенных в процесс обучения средств. Коэффициент ROI рассчитывается следующим образом:

$$ROI = \frac{(P-C)}{C} * 100\% \quad (6)$$

где P – прибыль от проведённого обучения;

C – затраты на обучение.

Положительное значение коэффициента ROI показывает наличие прибыли от проведённого обучения, отрицательное – убытки.

Однако, при всей простоте описания данной модели на практике довольно сложно выразить прибыль от проведённого обучения. Эффект может быть обнаружен, например, только в долгосрочной перспективе, или являться композитным и трудно выражаемым в денежном эквиваленте. Также не ясно какое значение коэффициента ROI следует принимать за приемлемое. Данные аспекты не позволяют в полной мере использовать модель для оценки эффективности проводимого корпоративного обучения, но коэффициент ROI может быть использован в дополнение к другим метрикам моделей определения эффективности.

Ещё одной попыткой определения эффективности проводимого корпоративного обучения с помощью финансовой оценки, является модель расчета чистой приведённой стоимости, предложенной Э. Тролли и Д. Ван Адельсбергом [73, 74]. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} \quad (7)$$

где NPV – чистая приведённая стоимость (Net Present Value);

n – количество временных периодов;

t – номер временного периода;

CF – денежный поток (Cash Flow);

R – стоимость капитала (ставка дисконтирования).

Недостатки использования данной модели схожи с недостатками модели ROI, когда оценка результата в денежном эквиваленте представляется нетривиальной или напрямую невыполнимой задачей.

Моделью оценки эффективности проводимого обучения персонала, не рассматривающей в качестве единственного критерия финансовые показатели, является V-модель, предложенная Б. Аароном [75] (рис. 5).

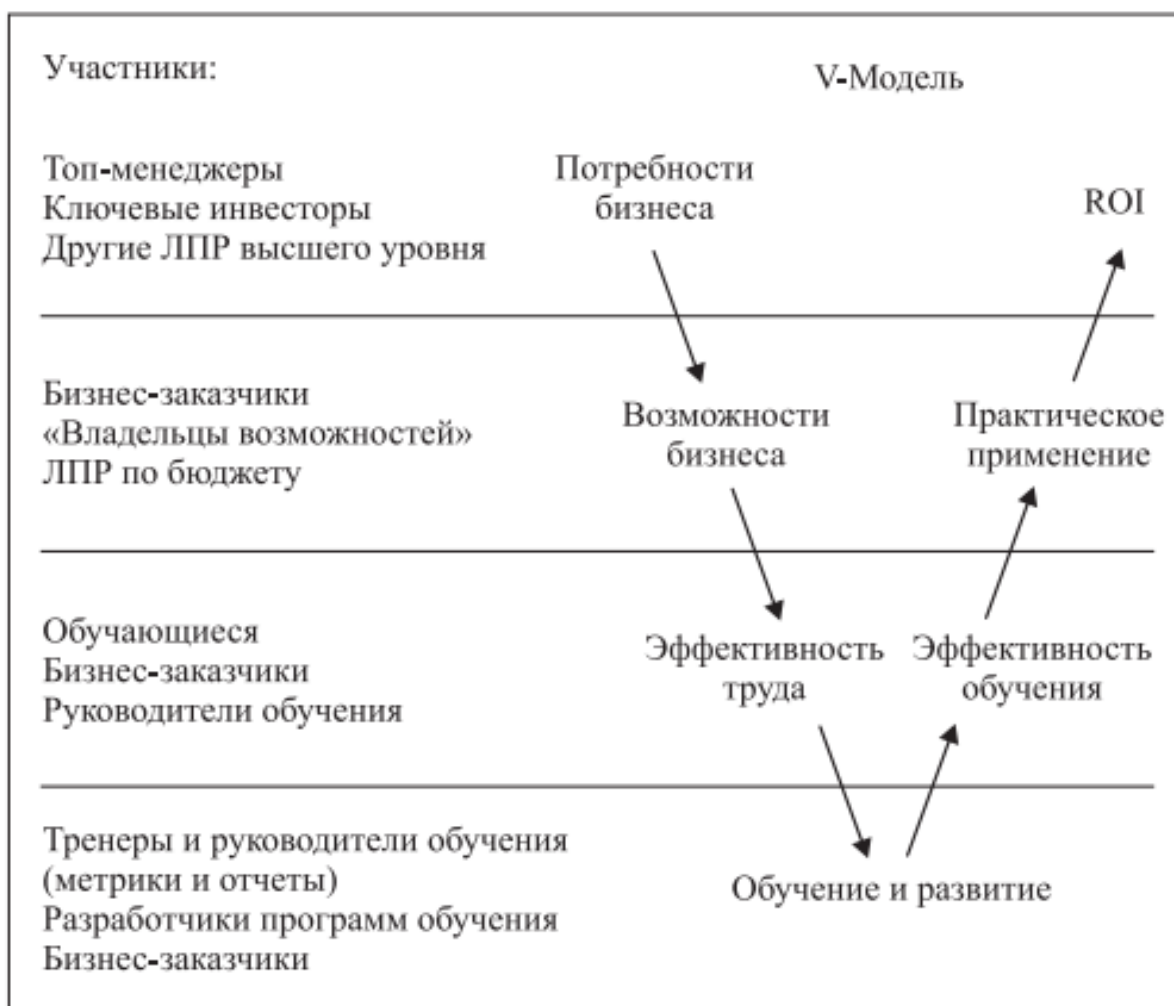


Рисунок 5 – V-модель Б. Аарона

Данная модель организована на основе принципа разработки программных продуктов и отталкивается от верхнеуровневых потребностей бизнеса. V-модель позволяет сопоставлять результаты каждого из уровней с ожиданиями, исходящими от потребностей и конкретных целей.

Однако, предложенная модель оставляет слишком большую степень свободы относительно методики оценивания описанного сопоставления.

Одной из самых часто используемых моделей оценки эффективности проведения корпоративного обучения является модель, предложенная Д. Киркпатриком, впервые опубликованной в 1994 году [76]. Диаграмма четырёхуровневой модели Киркпатрика приведена на рисунке 6 [79].

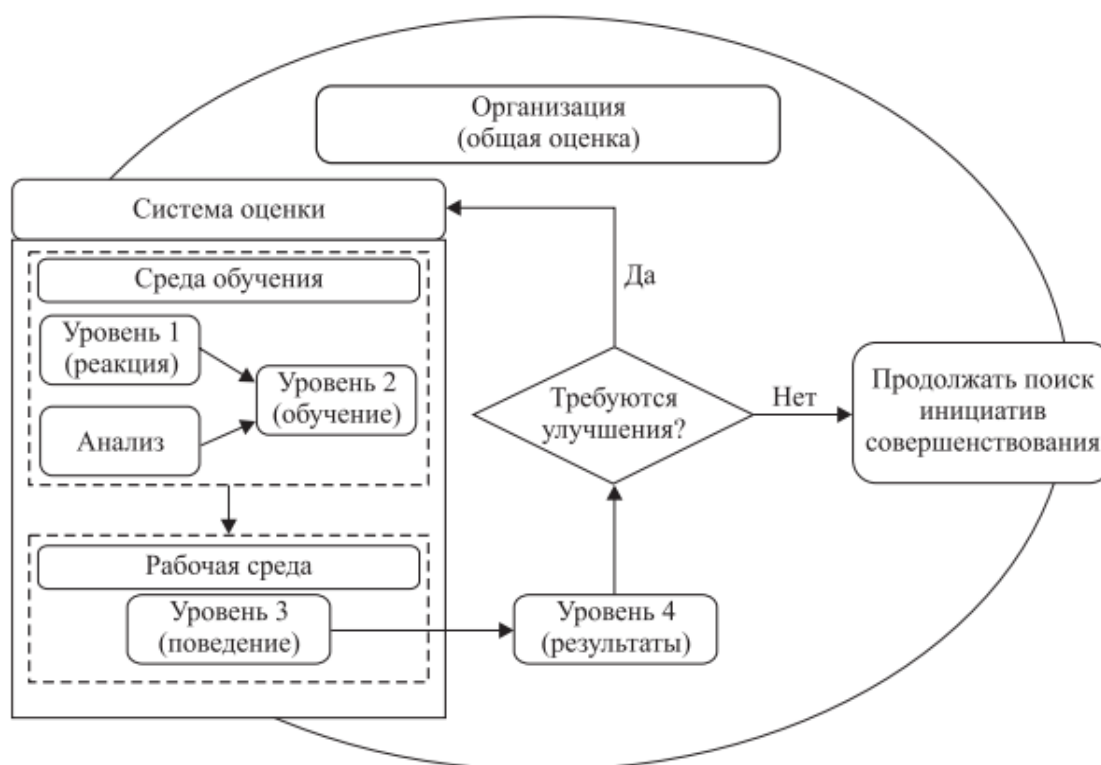


Рисунок 6 – Диаграмма Киркпатрика

Модель оценки включает в себе четыре уровня:

- Эмоциональный.
- Знаниевый.
- Деятельностный.
- Результат.

Первый уровень по Киркпатирку – эмоциональный (реакция). На данном уровне определяется реакция обучающихся непосредственно на само обучение. Данный уровень позволяет установить удовлетворены ли слушатели самими учебным процессом или же испытывают дискомфорт. Оценка достижения первого уровня производится при помощи листов реагирования, анкетирования, интервью. Согласно статистике, порядка 90% всех проводимых тренингов в рамках реализации корпоративного обучения,

достигают положительного эффекта эмоционального уровня. Однако стоит также понимать, что данный показатель весьма манипулятивен и может достигаться в ущерб, например, достижению знаниевому уровню.

Второй уровень по Киркпатрику позволяет оценить степень освоенности знаний. Оценка усвоения пройденного материала производится с помощью тестов, выполнения проектных работ. На данном уровне в большей степени оценивается овладение теоретическими знаниями и их точным применением для успешного прохождения учебного модуля или курса.

Деятельностный уровень, третий по Киркпатрику, который автор определяет как самый важный и сложный, позволяет оценить насколько полученные в ходе обучения знания и навыки применяются на практике, проводится анализ изменения поведения обученного при выполнении рабочих обязанностей. Результат оценки может быть выражен количественно при мониторинге KPI сотрудника, либо ключевых метрик производства.

Задача четвертого уровня определить влияние проведённого обучения непосредственно на бизнес. В рамках проведения оценки достижения результатов четвертого уровня отслеживается изменение эффективности самой компании вследствие прохождения сотрудниками обучения. Оценка производится на основе основных бизнес-показателей, а также тех показателей, которые изначально при планировании корпоративного обучения были выделены как проблемные и нуждающиеся в улучшении.

Анализируя модель Киркпатрика, её уровни и методы оценки достижения результатов на всех уровнях модели можно заключить, что сама оценка достижения результатов на более высоком уровне требует гораздо больших усилий и ресурсов по сравнению с более низким. Факт того, что, чем ниже уровень оценки, тем менее затратней и проще сам процесс оценки побуждает некорректно использовать модель Киркпатрика для оценки эффективности реализации корпоративных обучающих курсов. По этой причине на практике, согласно исследованию, проведённого ASTD -

American Society for Training and Development, чаще всего используют только два уровня оценки – эмоциональный и знаниевый [80]. Диаграмма частоты использования организациями уровней модели Кирпатрика приведена на рисунке 7 [81].

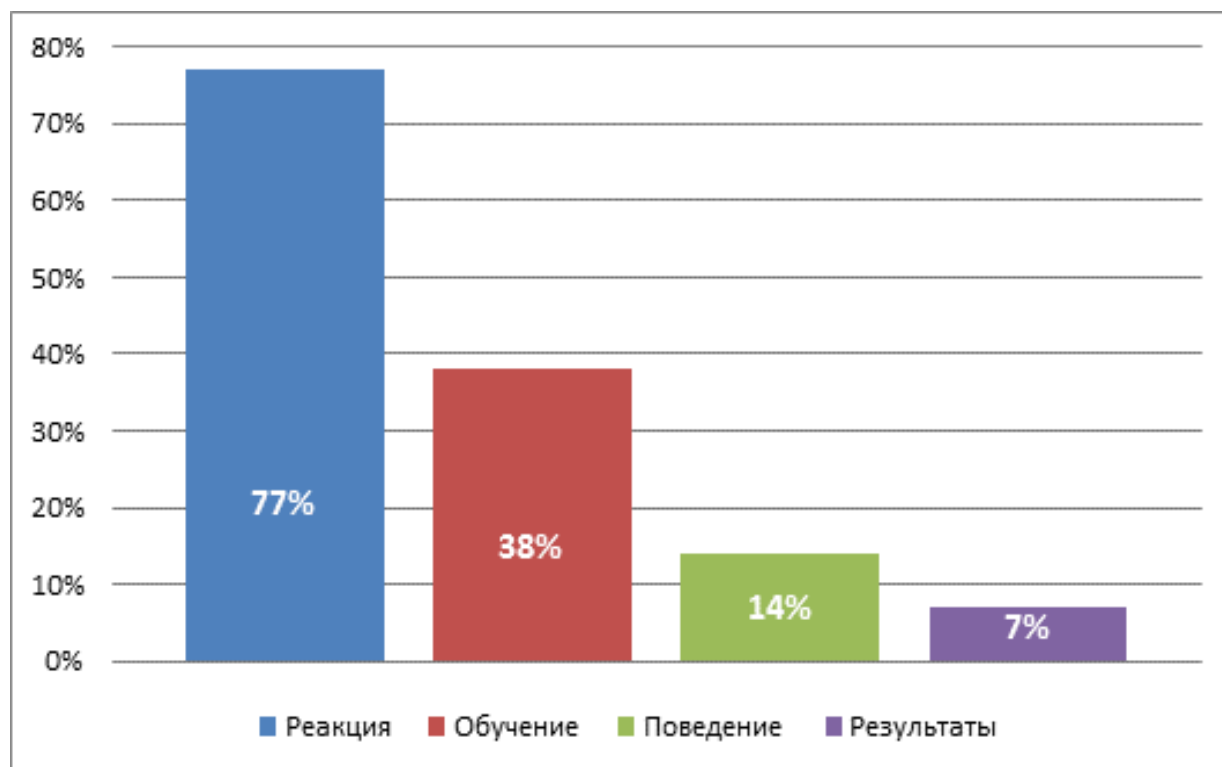


Рисунок 7 – Использование организациями уровней модели Киркпатрика

Д. Киркпатрик весьма критически относился к попыткам оценки результатов четвертого уровня модели непосредственно в деньгах. Однако, Дж. Филипс, предложивший оценивать показатель возврата на инвестиции, был убеждён в обратном. Поэтому под моделью Филипса понимает совокупность модели Киркпатрика с добавлением пятого уровня – оценки ROI. Пятый уровень позволяет оценить финансовую эффективность инвестиций в персонал, предоставляет инструмент для количественного определения эффективности мероприятий по развитию персонала.

Стоит понимать, что не существует идеальной модели оценки эффективности проведения корпоративного обучения, которая бы включала в себя все необходимые параметры и критерии оценки [82]. Каждая из рассмотренных моделей обладает как преимуществами, так и недостатками.

Авторы статьи [81] в ходе проведения исследования опрашивали экспертов в сфере HR для выявления моделей оценки эффективности проводимого корпоративного обучения, обладающих наиболее высокой точностью на основе их экспертного мнения. Данные результата опроса приведены на рисунке 8.

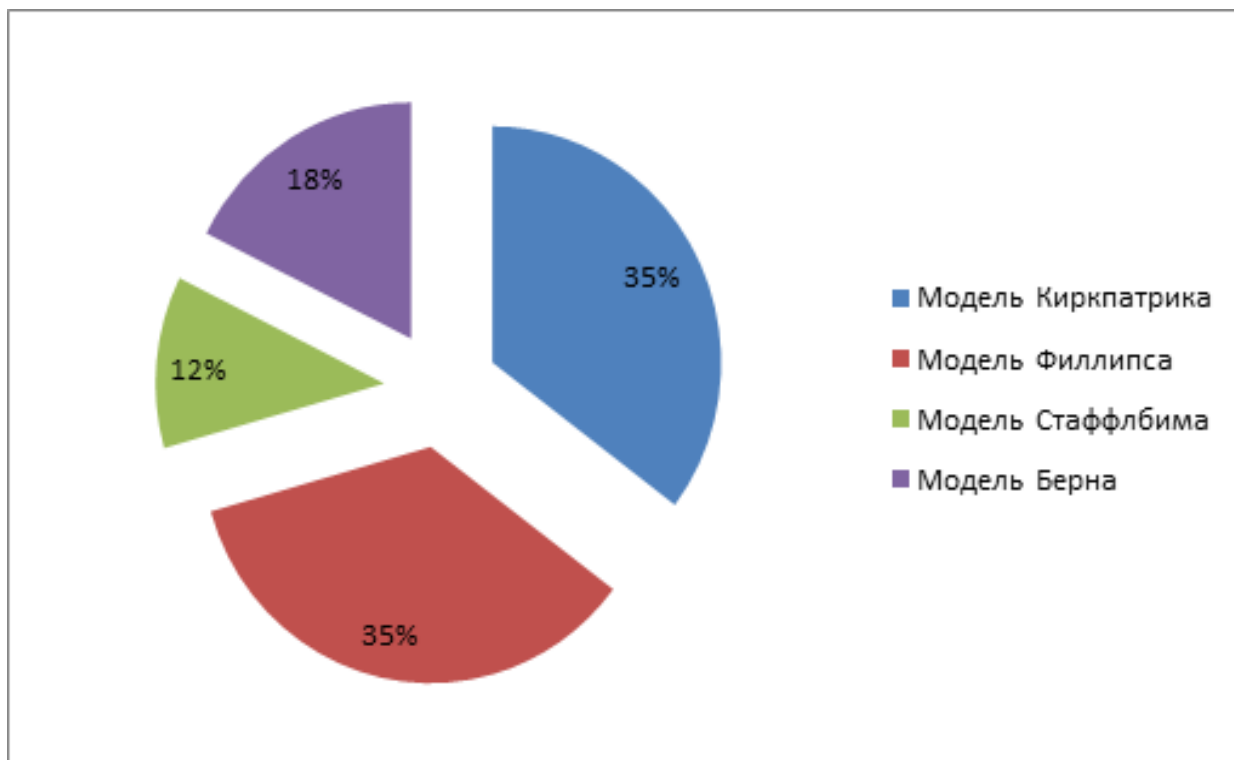


Рисунок 8 - Результаты опроса о точности моделей обучения

Согласно проведённому опросу, около 70% экспертов суммарно пришли к мнению о том, что наиболее точными моделями являются классическая модель Киркпатрика и её модификация Филлипса. В рамках оценки эффективности проведения корпоративного обучения при апробации результатов данного исследования также будет использована четырёхуровневая модель Киркпатрика.

Основными критериями успеха внедрения систем электронного обучения являются повышение качества полученных в ходе обучения знаний, повышение мотивации и вовлечённости обучающихся. Однако, стоит понимать, что качественная оценка данных факторов не является показательной, поэтому необходимо выделить совокупность критериев и метрик, позволяющую оценить эффективность корпоративной системы

обучения. Произвести же оценку успешности или неуспешности использования тех или иных подходов, методик или элементов в рамках одной системы корпоративного обучения можно с помощью реализации обучения в режиме А/В тестирования - техники тестирования, позволяющей исследовать влияние изменения одного из входных параметров на результат выполнения операции [30].

Основным показателем эффективности применения технологий и систем электронного обучения является качество обучения. Самым прямым показателем качества обучения в данном случае может выступать среднее значение отношения набранных обучающимися баллов за задание/модуль/курс к максимально возможному. Стоит заметить, что способности к обучению сотрудников компании могут значительно отличаться, поэтому с целью минимизации статистических выбросов целесообразней использовать отношение медианного значения такого для оценки качества проведённого обучения:

$$k_{\text{эф}} = \frac{Me}{Max}, \quad (8)$$

где $k_{\text{эф}}$ - показатель качества обучения,

Max – максимально возможное значение количества баллов за задание/модуль/курс,

Me – медианное значение количества набранных за задание/модуль/курс баллов среди всей групп обучающихся, вычисляемое по формуле [31]:

$$Me = x_e + \frac{i}{f_{Me}} \left(\frac{n}{2} - f_{Me-1} \right), \quad (9)$$

где x_e - нижняя граница интервала, в котором находится медиана;

n – число обучающихся группы;

f_{Me-1} - накопленная частота в интервале, предшествующем медианному;

f_{Me} - частота в медианном интервале;

i – величина интервала.

Для анализа успешности проведения обучения могут быть использованы значения квартилей распределения результатов:

$$Q_1 = x_{Q_1} + \frac{(\sum_{j=1}^k \frac{f_j}{4}) - f'_{Q_1-1}}{f_{Q_1}} i, \quad (10)$$

$$Q_3 = x_{Q_3} + \frac{(3 \sum_{j=1}^k \frac{f_j}{4}) - f'_{Q_3-1}}{f_{Q_3}} i, \quad (11)$$

где x_{Q_1} - нижняя граница интервала, содержащего нижний квартиль;

x_{Q_3} - нижняя граница интервала, содержащего верхний квартиль

f'_{Q_1-1} - накопленная частота интервала, предшествующего интервалу, содержащему нижний квартиль;

f'_{Q_3-1} - накопленная частота интервала, предшествующего интервалу, содержащему верхний квартиль;

f_{Q_1} - частота интервала, содержащего нижний квартиль;

f_{Q_3} - частота интервала, содержащего верхний квартиль.

i – величина интервала;

Оценка размеров квартильных выборок результатов обучения группы сотрудников и выборок баллов одного сотрудника в рамках курса, а также квартильного размаха H :

$$H = Q_3 - Q_1 \quad (12)$$

позволит выявить наиболее проблемные темы/модули/задания, а также позволит сформировать более наглядное представление о результатах обучения. В зависимости от размера группы обучающихся и вариативности их результатов может также быть применим анализ показателей квинтелей и децелей.

Таким образом, оценка данных статистических характеристик может быть использована для анализа результатов успешности внедрения каких-либо новых методов и элементов обучения и использования КСО в целом.

В качестве одного из основных критериев для оценки удовлетворённости пользователей используемой системой, используемых в геймдизайне, также выступает показатель удержания (retention). Классический расчет метрики осуществляется следующим образом:

$$ret_N = \frac{k_N}{p_N} * 100\% , \quad (13)$$

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.

Выделяют следующие типы расчета показателя удержания:

1) Повторяющееся удержание (rolling retention)

Повторяющееся удержание N-го дня позволяет оценить долю пользователей, вернувшихся в систему в N-ый день или в любой последующий день N+i.

$$Rollret_N = \frac{k_{N+i}}{p_N} * 100\% , \quad (14)$$

где k_{N+i} - количество пользователей, зашедших в день N или позже, $i \in [0; t_{\text{тек}}]$, $t_{\text{тек}}$ – значение текущего дня относительно N-го.

Значение повторяющегося удержания $Rollret_7 = 85\%$ означает, что 7-ый день и после него в систему вернулось 85% пользователей, зарегистрировавшихся в ней.

Значение показателя повторяющегося удержания всегда больше значения, классически рассчитанного retention, так как при его расчете учитываются не только пользователи, воспользовавшиеся системой в конкретный N-ый день, но также и в последующие. Убывание данного показателя также происходит более плавно, чем классического удержания, что позволяет проводить более точный мониторинг и анализ.

Стоит заметить, что показатель повторяющегося удержания требует ежедневного пересчёта, так как пользователь, который не заходил в систему, может в какой-то момент воспользоваться сервисом, что, в свою очередь, повлияет на значения показателя повторяющегося удержания. Основной смысл использования данного показателя – учёт пользователей, которые не покинули систему, а не пользовались её какое-то время.

2) Полное удержание (full retention)

Полное удержание дня N отражает информацию о доле пользователей, пользовавшихся системой каждый день до дня N. Так значение показателя $Fullret_3$ показывает какой процент от общего количества пользователей совершали активности в системе в 1-й, 2-й и 3-й дни с момента регистрации. Данный показатель важен при мониторинге регулярности выполнения задач обучающихся и может быть использован в качестве триггера для генерации вознаграждений для пользователей, возвращающихся в систему обучения регулярно.

3) Возвратное удержание (return retention)

Значение показателя возвратного удержания N-го дня отражает долю тех пользователей, которые вернулись в систему хотя бы один раз за N дней. Так значение $Retret_{14}$ будет показывать, какой процент воспользовался системой с 1-го по 14-й день.

4) Диапазонное удержание (bracket-dependent return retention)

Показатель диапазонного удержания N-го дня представляет собой одну из вариаций возвратного удержания. Значение данного показателя отражает информацию о количестве пользователей, которые вернулись в систему хотя бы раз за определённый промежуток времени. Для расчета данного показателя вводится параметр M, ограничивающий временной диапазон сверху:

$$BDRret_{N,M} = \frac{k_{N,M}}{p_N} * 100\%, \quad (15)$$

Таким образом, значение показателя $BDRret_{10,14}$ отражает информацию о том, какой процент пользователей пользовались сервисом в интервале между 10-м и 14 днём после регистрации.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что показатель удержания retention – одна из метрик, позволяющих количественно оценить степень привлекательности разработанного продукта для конечного пользователя. Совокупность данных показателей используется также для оценки общей эффективности эксплуатации системы [32,33], и,

следовательно, может быть использована для оценки эффективности корпоративной системы обучения.

Поскольку показатель удержания является важной метрикой анализа функционирования системы, то возникает необходимость возможности управления и повышения значения данного показателя. Одним из вариантов повышения retention выступает повышение через engagement (вовлечённость) пользователей [34].

Показатель вовлеченности (engagement rate) количественно может быть оценён как совокупность действий с единицей контента или структурного элемента корпоративной системы обучения. В качестве таких метрик могут выступать время, в течение которого пользователь работает с элементом; количество вопросов и обсуждений в соответствующем разделе форума; количество действий по шэрингу информации об этом элементе, например, публикации в социальной сети (корпоративной социальной сети) своих результатов прохождения обучения, бэйджей, уровней и любых других достижений; количество попыток выполнения какой-либо задачи в случае отсутствия положительного результата:

$$ER = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{p} * 100\% , \quad (16)$$

где ER - показатель вовлечённости;

a_i – элементарное действие с единицей контента;

n – общее количество элементарных действий;

p – количество обучающихся, взаимодействующих с данным элементом.

Одной из характеристик совокупности метрик вовлечённости может выступать показатель соблюдения дедлайнов и в целом время после старта курса/модуля, через которое он был успешно завершён.

Удовлетворённость организацией и прохождением обучения также может быть оценена с помощью проведения анкетирования.

Качественная же оценка эффективности реализации системы корпоративного обучения может быть обеспечена путём анализа обратной связи, позволяющей более широко понять спектр существующих проблем, преимуществ для принятия соответствующих решений по модификации процессов.

Существует набор метрик и характеристик, измерение и анализ которых позволяет дать объективную оценку эффективности, комфортности и привлекательности использования разрабатываемой системы корпоративного обучения, а также с помощью проведения А/В тестирования путём проведения параллельных курсов, с применением различных подходов и элементов, понять лучшие практики и методики для модификации и повышения эффективности систем электронного обучения.

Выводы по главе 1

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. Перенесение процесса обучения в электронный формат с использованием дистанционных технологий не приводит к повышению его качества. Необходимы дополнительные подходы и технологии для повышения мотивации и вовлеченности сотрудников в процесс: смешанное обучение, мобильные технологии, использование виртуальной и дополненной реальности, персонализации траекторий геймификация.

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. Однако же, 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.

Существует ряд моделей оценки эффективности проведения корпоративного обучения, таких как V-модель, модель Берна, модель Филлипса, модель Киркпатрика. В качестве наиболее приемлемой модели оценки для анализа результатов апробации разрабатываемых в ходе диссертационного исследования решений была выбрана четырёхуровневая модель Киркпатрика.

Использование метрик удержания, вовлечённости, статистических метрик, а также характеристик на основе тестирования, анкетирования и обратной связи позволяют объективно оценить эффективность эксплуатации корпоративных систем обучения относительно уровня выбранной модели Киркпатрика. Проведение A/B 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.

Глава 2 Метод и модели управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик

2.1 Обзор стандартов электронного обучения

Стандарты электронного обучения представляют собой совокупность базовых правил работы с контентом, его упаковки и дистрибуции, разработки программного обеспечения компонент, участвующих в обеспечении функционирования системы электронного обучения, рекомендаций моделей передачи данных и авторизации, а также управления ими. Использование стандартов электронного обучения обеспечивает необходимый набор инструкции для всех участников процесса для разработки и внедрения контента, его размещения на платформах и совместимость с различными девайсами.

Можно выделить следующие предпосылки необходимости использования стандартов электронного обучения:

- переиспользование единиц контента;
- трансфер единиц контента и электронных курсов в целом;
- возможность использования различных систем и их замены;
- сокращение затрат на адаптацию контента и его интеграцию в текущую систему.

Совокупность существующих стандартов по области применения можно классифицировать на те, которые регламентируют базовые правила по созданию электронных курсов и те, которые применимы к технической составляющей реализации данного процесса (Рис. 9). Стандарты разработки электронных курсов включают в себя стандарты разработки инструкций, графического отображения обучающих материалов, представления медиа контента, особенностей языка написания текстов и методов оценивания обучающихся.

Следование стандартам разработки инструкций в рамках подготовительных работ перед созданием курса помогает его авторам чётко сформулировать цели данного курса, измеряемые количественные

показатели результата, достигнутого в рамках успешного завершения задания, темы, модуля; выбрать необходимую стратегию и контент, методы взаимодействия с обучающимися, оценивания их достижений и методов получения обратной связи. Использование таксономии Блума [35] может стать хорошим ориентиром по реализации вышеперечисленных активностей.

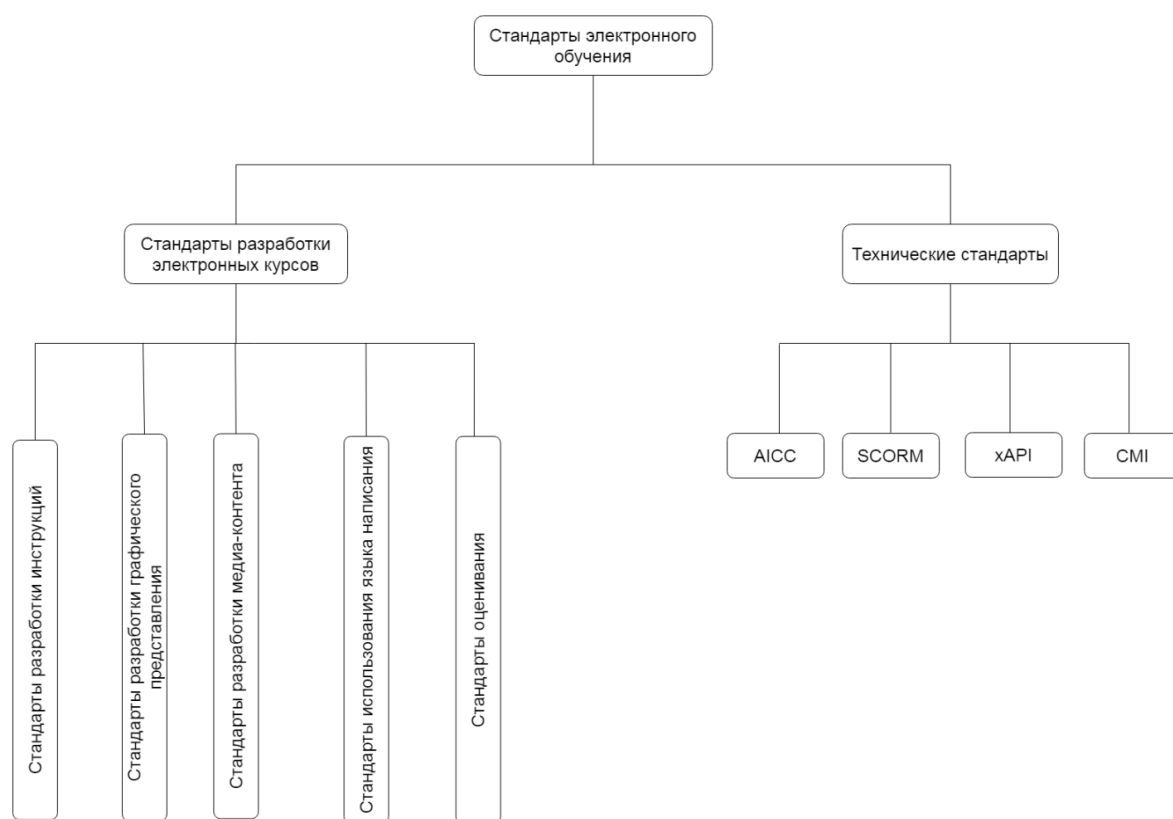


Рисунок 9 - Классификация стандартов электронного обучения

Стандарты разработки графического представления регламентируют особенности реализации пользовательского графического интерфейса, с помощью которого обучающийся взаимодействует с контентом. Вся навигацию по электронному курсу должна быть интуитивно понятной пользователю и облегчать весь процесс человеко-машинного взаимодействия.

Следование стандартам разработки и представления медиа контента позволяет избежать проблем с отображением такого учебного контента на

различных устройствах, на экранах с различными характеристиками; реализовать возможность гибкого использования медиа контента.

Стандарты особенностей использования языка написания текстов устанавливают правила по употреблению аббревиатур, акронимов, пунктуации, оформлению списков, языковых конструкций языка. Такие методические рекомендации позволяют унифицировать язык изложения учебного материала и взаимодействия с пользователем, создавая тем самым единую привычную среду обучения для пользователя.

Следование стандартам оценивания обучающихся, обеспечивает создание привычных для пользователей правил оценивая их результатов и достижений. Такие стандарты описывают особенности оценивания выполнения заданий различного типа, необходимость учёта просмотра теоретической составляющей курса, правил оценивания заданий с множественным вариантом правильного ответа и заданий с открытым ответом, учёта соблюдения дедлайнов выполнения заданий.

Технические стандарты электронного обучения описывают необходимые требования к реализации архитектуры систем электронного обучения, способам хранения и передачи информации о процессе обучения, к реализации процесса авторизации пользователей, методов упаковки контента.

В качестве основных технических стандартов электронного обучения выделяют:

- AICC CMI.
- SCORM.
- xApi (ExperienceAPI, TinCan).
- CMI5.

Хронология разработки этих стандартов представлена на рисунке 10.

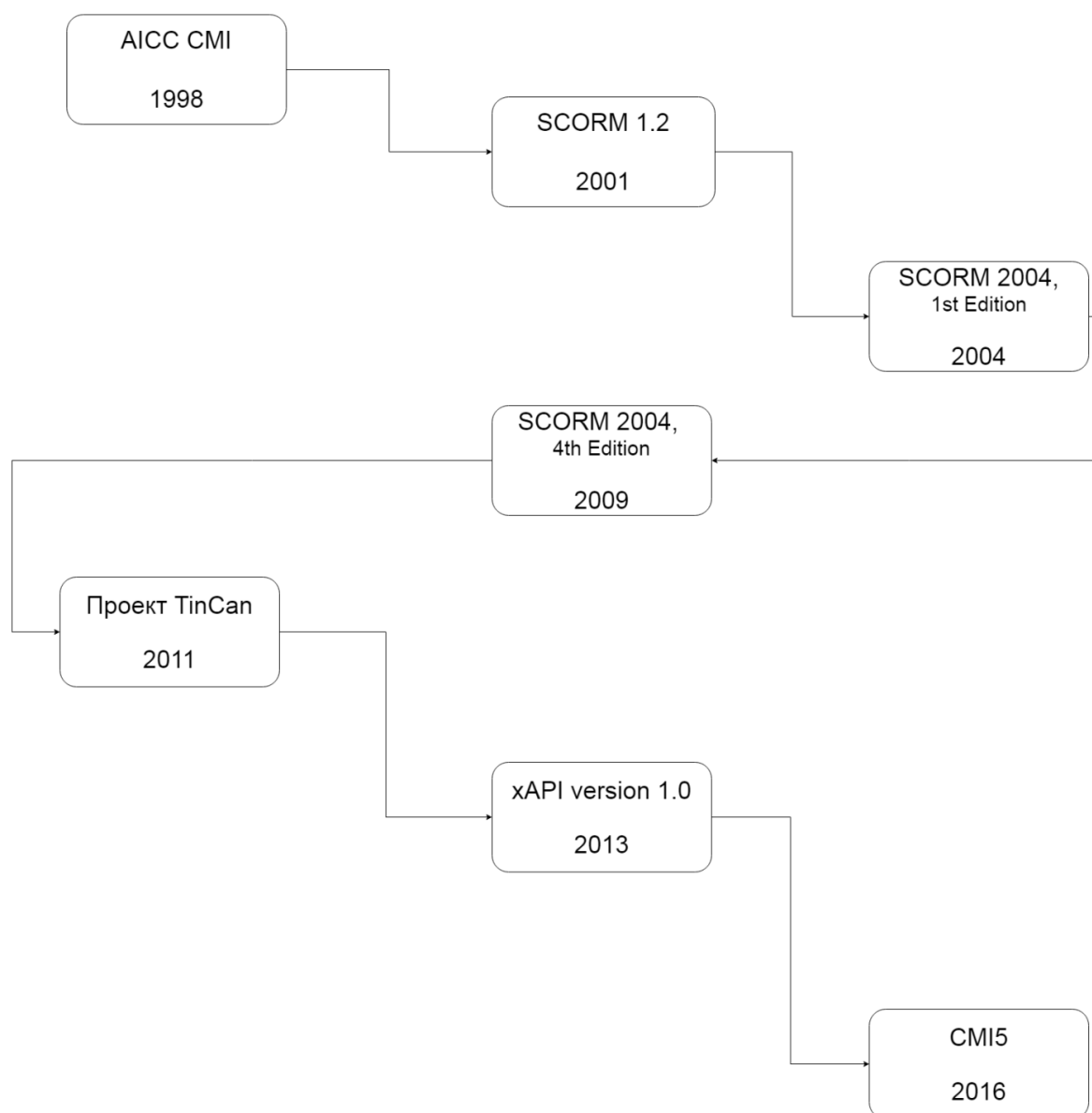


Рисунок 10 - Хронология разработки технических стандартов электронного обучения

Первый из стандартов AICC CMI был представлен Aviation Industry Computer-Based Training Committee. Изначально рекомендации стандарта по разработке, передаче и оценке результатов прохождения электронных курсов разрабатывались для обучения в авиационной промышленности, однако позже были распространены на все предметные области. Данный стандарт регламентирует способ взаимодействия между учебным курсом и системой электронного обучения, импорта и экспорта электронных курсов, а также хранения информации о взаимодействии обучающегося с системой. В силу

того, что данный стандарт был ориентирован исключительно на системы компьютерного обучения (Computer Based Training) и был разработан до массового использования поставки электронных курсов посредством сети Интернет, то данный стандарт потерял свою актуальность в том объёме, в котором был предложен. В 2016 году AICC опубликовала обновлённый стандарт нового поколения CMIS, описывающий требования к реализации систем правления обучением, структуры электронных курсов и деятельности обучающегося.

В 2001 году инициатива ADL (Advanced Distributed Learning) предложила стандарт следующего поколения SCORM (Sharable Content Object Reference Model), который бы способствовал разработке многократно используемых учебных материалов. В рамках данного стандарта впервые было введено понятие Sharable Content Objects (SCO), а также такие определения понятий Content Aggregation Model (CAM) – модель, которая используется для оперирования совокупностью нескольких электронных курсов и Run Time Environment (RTE) – среда, в которой происходит работа с электронными курсами.

Данный стандарт регламентирует подход к формированию структуры учебных курсов и организации способа взаимодействия со средой выполнения. Использование стандарта SCORM позволяет реализовать концепцию импорта и экспорта учебных объектов и их использования в различных системах электронного обучения. Внедрение данного стандарта в рамках разработки систем электронного обучения позволило впервые сформировать основные правила для передачи и использования таких данных о пользовательском опыте как:

- Время выполнения заданий.
- Количество полученных баллов за выполнения заданий.
- Атрибут завершенности или незавершенности выполнения задания или курса.

- Факт успеха или провала выполнения задания или прохождения курса.

В качестве основных недостатков стандарта SCORM можно выделить:

- необходимость размещения обучающего контента и LMS в пределах единого домена;
- возможность взаимодействия пользователя с LMS осуществляется только с помощью браузера;
- невысокий уровень обеспечения безопасности из-за отсутствия требований к способу авторизации;
- учёт только самых примитивных метрик прохождения пользователем электронного курса.

Появление стандарта xAPI (ExperienceAPI) в 2013 году в ходе реализации проекта TinCan позволило избежать данных проблем и ограничений.

Целью разработки стандарта xAPI было обеспечения возможности учёта информации об опыте пользователя, выполняющего активности, связанные с прохождением обучения, с помощью различных девайсов и сервисов, а не только ограничиваясь использованием браузера для работы исключительно с LMS. Данная цель достигается благодаря использованию RESTful интерфейсов, выделения отдельной сущности хранилища учебных данных и модели передачи данных.

Стандартом описана сущность хранилища учебных записей (Learning Record Store, LRS) – инструмент, оперирующий с обширной совокупностью данных о процессе обучения. Основным преимуществом такого подхода является возможность физического разделения LMS и LRS, теперь эти две системы могут располагаться в разных локальных сетях. Однако, данное преимущество не является требованием и ограничением, LRS по-прежнему может являться и частью LMS.

Возможность получения учебных записей об активностях пользователя с различных девайсов, а также других сервисов (внешних по отношению к

LMS ресурсов, геймифицированных приложений, симуляторов, AR/VR и прочих), и даже из оффлайн источников обеспечивается благодаря REST интерфейсу LRS, которая способна принимать и отправлять запросы клиентских по отношению к ней приложениям.

Возможность выполнения каких бы то ни было операций в LRS должна предоставляться хранилищем только после прохождения процесса аутентификации. Согласно стандарту xAPI любое хранилище учебных данных должно обеспечивать возможность одного из следующих способов аутентификации:

- OAuth 1.0;
- базовая HTTP аутентификация;
- карты доступа.

Данные об учебных активностях пользователя передаются посредством JSON (JavaScript Object Notation) файлов и представлены в виде утверждений. Утверждение (Statement) представляет собой структуру, которая позволяет представить и сохранить информацию о конкретном действии пользователя. Совокупность таких утверждений позволяет отразить полученный пользователем опыт в деталях.

Основными атрибутами утверждений являются:

Actor – тот, кто совершает активность;

Verb – глагольная форма, характеризующая активность;

Object – объект утверждения. В качестве объекта может выступать человек, название активности, элемент системы или другое утверждение.

Любое утверждение об элементарной учебной активности может выглядеть как <Actor Verb Object>. В свою очередь каждый атрибут имеет набор дополнительных атрибутов.

Пример описания простейшего утверждения, представленного в формате JSON файла, может выглядеть, как представлено в листинге на рисунке 11.

```

{
  "verb": {
    "id": "http://adlnet.gov/expapi/verbs/initialized",
    "display": {
      "en-US": "initialized"
    }
  },
  "version": "1.0.0",
  "timestamp": "2020-04-11T15:02:10.760205+00:00",
  "object": {
    "id": "http://adlnet.github.io",
    "objectType": "Activity"
  },
  "actor": {
    "mbox": "mailto:eq42b@adlnet.github.io",
    "name": "eq42b",
    "objectType": "Agent"
  },
  "stored": "2020-04-11T15:02:10.760205+00:00",
  "authority": {
    "mbox": "mailto:tom.creighton.ctr@adlnet.gov",
    "name": "tom",
    "objectType": "Agent"
  },
  "id": "32e4cef9-5b3f-4ccd-bb7d-3116db5f5c77"
}

```

Рисунок 11 - Пример описания простейшего утверждения, представленного в формате JSON

Возможные атрибуты утверждений, допускаемые к использованию стандартом xAPI представлены в таблице 3.

Таблица 3. Атрибуты утверждений стандарта xAPI [41]

Атрибут	Тип	Описание	Примечание
Id	UUID	UUID назначается LRS, если не установлен провайдером задач	Рекомендуемый
Actor	Object	Определяет участника, совершившего действие	Обязательный
Verb	Object	Описывает действие, совершенное актором	Обязательный
Object	Object	Определяет объект взаимодействие, с которым было осуществлено актором. В качестве объекта	Обязательный

		может выступать задача, агент, либо другое утверждение	
Result	Object	Содержит детали измеренного результата обучения, вследствие совершенного действия.	Опциональный
Context	Object	Описывает контекст, в рамках которого необходимо рассматривать факт совершённого действия	Опциональный
Timestamp	Date/Time	Дата, время совершенного действия. В случае отсутствия — отождествляется с атрибутом stored	Опциональный
Stored	Date/Time	Дата сохранения записи, устанавливая LRS	Устанавливается LRS
Authority	Object	Агент, верифицирующий истинность утверждения. Подтверждается LRS с помощью процедуры аутентификации	Опциональный
Version	Version	Версия хAPI в формате Semantic Versioning 1.0.0.	Не рекомендуется
Attachments	Коллекция элементов типа Object	Заголовки объектов, вложенных в утверждение.	Опциональный

Использование RESTful интерфейса позволяет выполнять следующие запросы к LRS:

- GET – получение утверждения или коллекции утверждений из LRS;
- POST – сохранение коллекции утверждений в LRS;
- PUT – сохранение определённого утверждения с указанием id;
- HEAD - получение мета-информации об утверждении.

С целью обеспечения безопасности и сохранности данных об учебных записях поля записей в LRS имеют признак Immutable, то есть являются неизменяемыми.

В 2016 году совместными усилиями ADL и AICC был предложен стандарт CMI5. Данный стандарт представляет собой надстройку над стандартом xAPI и использует его как протокол для представления данных и их передачу. Использование CMI5 позволяет использовать xAPI в классических СДО, ориентированных на работу со SCORM курсами. Новый стандарт был призван исправить недостатки SCORM (невозможность реализации мобильного обучения, прохождение обучение только внутри LMS, невозможность использовать данные из оффлайна) и недостатки xAPI, представленные в сложности формата представления данных и избыточной гибкости. Так же стандарт CMI5 определяет новую структуру учебных курсов для упаковки, описание контента курсов и его запуска.

Сравнительные характеристики проанализированных технических стандартов электронного обучения представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнение стандартов электронного обучения

	AICC CMI	SCORM	xAPI	CMI5
Способ упаковки контента	ZIP, TXT	ZIP, IMS Manifest	Не определён	ZIP (cmi5.xml)
Способ передачи данных	На основе http	JavaScript	REST API, JSON	Поверх xAPI
Состав передаваемых данных	Баллы, статус прохождения, геолокация, время	Баллы, набор статусов прохождения, время, геолокация, задачи	Произвольные утверждения (Statements)	Утверждения в формате xAPI, но с ограничениями и на использование атрибутов
Способ запуска	ID сессии в URL	SCORM-сессии	Минимальные требования	Параметры в URL

2.2 Формальный подход к определению понятия воздействия игровой механики

Всю совокупность, описанных в пункте 1.3, игровых механик можно разделить на два класса по способу генерации их воздействий на обучающегося на событийно-ориентированные и не событийно-ориентированные (рис. 12).

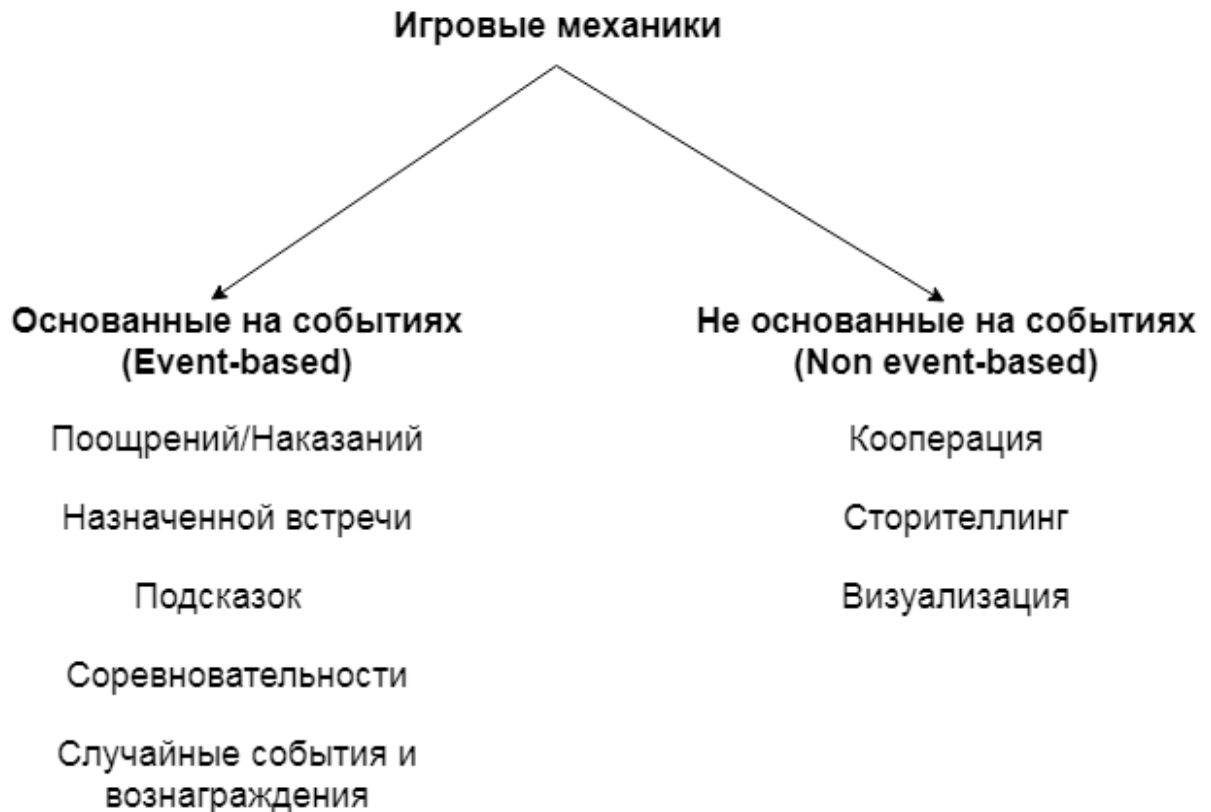


Рисунок 12 - Классификация игровых механик по способу генерации воздействий на пользователя

Любое действие $a_i \in A$, где A – множество всех возможных, фиксируемых системой, действий, совершаемое пользователем однозначно отображается на событие $e_i \in E$, где E – множество событий, регистрируемых в системе, с помощью отношения f так, что $\forall a_i \in A \exists \{a_i; e_i\} \in f$. Отношение f можно определить с помощью продукционных правил, записанных с помощью логики предикатов:

$$a_i \rightarrow e_i \quad (17)$$

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

$$a_i \wedge a_{i+1} \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow e_i \quad (18)$$

Так же существует подмножество системных событий, возникающих независимо от действий пользователя (наступление срока дедлайна, конкретного значения времени) так же принадлежащих множеству E.

Пусть существует конечное множество реакций, генерируемых на основе применения игровых механик G, p – отношение множеств E и G. Тогда:

$$\forall e_i \in 2^E \exists (e_i; g_i) \in p, \quad (19)$$

$$\forall a_i \in 2^A \exists (a_i; e_i) \in f, \quad (20)$$

$$g_i \in G, \quad (21)$$

$$\{\emptyset\} \notin 2^E, \quad (22)$$

$$\{\emptyset\} \notin 2^A \quad (23)$$

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 как:

$$h(a_i) = p(\{f(\{a_i\})\}) \quad (24)$$

Структурная схема системы генерации воздействий игровых механик приведена на рисунке 13.

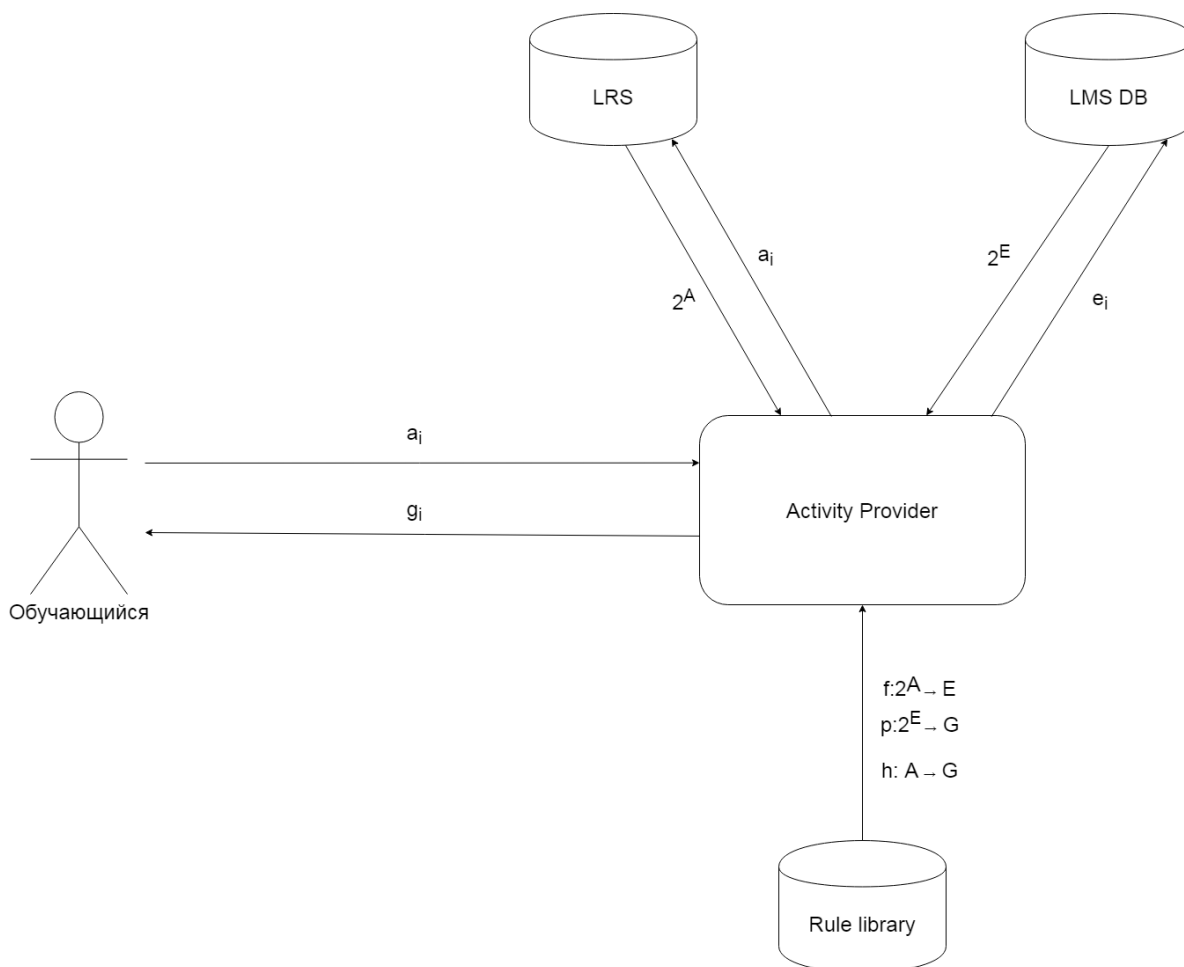


Рисунок 13 - Структурная схема системы генерации воздействий игровых механик

Под обучающимся подразумевается пользователь электронной системы обучения. Совершаемые данным пользователем элементарные действия a_i конечного множества возможных действий A регистрируются с помощью провайдера задач (Activity Provider) и записываются в хранилище учебных записей (LRS). В библиотеке правил (Rule library) хранятся продукционные правила выработки воздействий игровых механик, представляющих собой правила отображения f множества подмножеств 2^A из множества A на элементы e_i конечного множества возможных событий E ; правила отображения p множества подмножеств 2^E из множества E на элементы g_i конечного множества возможных воздействий игровых механик G ; а также

композиции отображений h элементов множества A на элементы множества G . На основе записанных правил и мониторинга хранилища учебных записей действию пользователя или совокупности таких действий сопоставляется соответствующее событие e_i , которое может быть сохранено в базу данных LMS.

Провайдер задач может оперировать с событиями, не вызванными действиями пользователей, например событие окончания наступления дедлайнов выполнение заданий, получая данные о таких событиях e_i из базы данных LMS. На основе мониторинга событий и правил их отображение на необходимые воздействия генерируются воздействия g_i , которые синхронно или асинхронно будут получены пользователем. Общий вид подобной событийной модели представлен на рисунке 14.

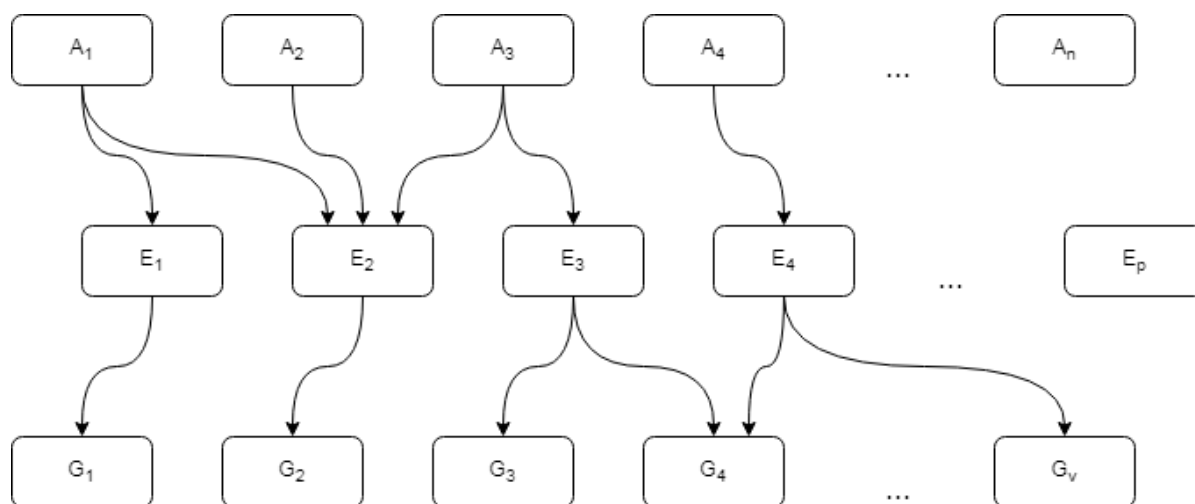


Рисунок 14 – Общий вид событийной модели генерации воздействий игровых механик

Правила отображения, хранящиеся в библиотеке правил представлены в виде детерминированных продукций, ядро продукций которых выглядит как:

ЕСЛИ (условие) ТО (действие)

В качестве условий могут выступать:

- утверждения о совершённых пользователем действиях;
- утверждения о зарегистрированных событиях;

- значения параметров, характеризующих состояние прохождения электронного курса.

Утверждения о действиях пользователя и зарегистрированных событиях представлены в виде statement, регламентируемом стандартом xAPI:

<Actor; Verb; Object>

Actor – идентификатор пользователя, совершившего действие;

Verb – элемент из словаря допустимых действий, определяющий какое именно действие было совершено;

Object – тот объект, с которым пользователь совершил действие

Например, если пользователь Vladislav Maslov ответил на конкретный вопрос задания одного из модуля учебного курса, выбрав вариант b, то Activity Provider получает POST запрос, тело которого представлено в формате JSON в листинге на рисунке 15.

```
{
  "verb": {
    "id":
    "http://distant.company.com/expapi/verbs/answered",
    "display": {
      "en-US": "answered"
    }
  },
  "version": "1.0.0",
  "timestamp": "2020-03-11T15:02:10.760205+00:00",
  "object": {
    "id": "courseName-moduleName-QuizNumber-QuestionNumber-
    Abswer-b",
    "objectType": "Activity"
  },
  "actor": {
    "mbox": "vmaslov@gamification.mail.ru",
    "name": "Vladislav Maslov",
    "objectType": "Agent"
  },
  "stored": "2020-03-11T15:02:10.760205+00:00",
  "authority": {
    "mbox": " vmaslov@gamification.mail.ru ",
    "name": "tom",
    "objectType": " Vladislav Maslov "
  },
  "id": "32e4cef9-5b3f-4ccd-bb7d-3116db5f5c77"
}
```

Рисунок 15 - Тело запроса об ответе на задание в формате JSON

Получив запрос такого вида Activity Provider сохраняет в LRS утверждение вида: “Vladislav Maslov answered b”, содержащий метаинформацию о номере вопроса, задания, модуля и курса. В зависимости от того, правильный ли это ответ на данный вопрос, от количества попытки и от имеющихся правил в Rule library, создаётся соответствующее событие и сохраняется в базу данных LMS, а также анализируется с помощью существующих правил Rule library на предмет необходимости выработки воздействий, например механики вознаграждения. В случае, если правила предписывают, то Activity Provider формирует запрос в LMS об уведомлении пользователя о вознаграждении в виде полученных баллов, бэйджей, достижений. В зависимости от настроенных правил пользователю отображаются данные результаты воздействия игровой механики в синхронном или асинхронном режиме.

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

Процесс прохождения электронного обучающего курса можно представить в виде детерминированного конечного автомата:

$$A = (X, Y, S, f_y, f_s, S_0), \quad (25)$$

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 простоты определения рассмотрим случай выполнения трёх заданий модуля с использованием игровой механики напоминания. Суть данной игровой механики заключается в отправке уведомлений обучающемуся о том, что он не закончил выполнение текущего задания. В качестве триггера опправки подобных уведомлений может выступать событие о превышении лимита ожидания ответа, установленного для данного типа задания, либо системное событие, генерируемое по расписанию.

В данном случае для генерации воздействия игровой механики напоминания необходим мониторинг одной элементарной характеристики – номера текущего задания в рамках модуля. Тогда конечный детерминированный автомат для моделирования процесса прохождения модуля обучающего курса, состоящего из трёх заданий может быть представлен следующим образом (Рис. 16).

Каждое состояние автомата отображается с помощью однобуквенного слова - номера текущего задания.

Событие e_1 и e_2 генерируются в случае правильного и неправильного соответственно выполнения текущего задания, событие e_3 – возврат к предыдущему заданию. g_1 – воздействие игровой механики напоминания.

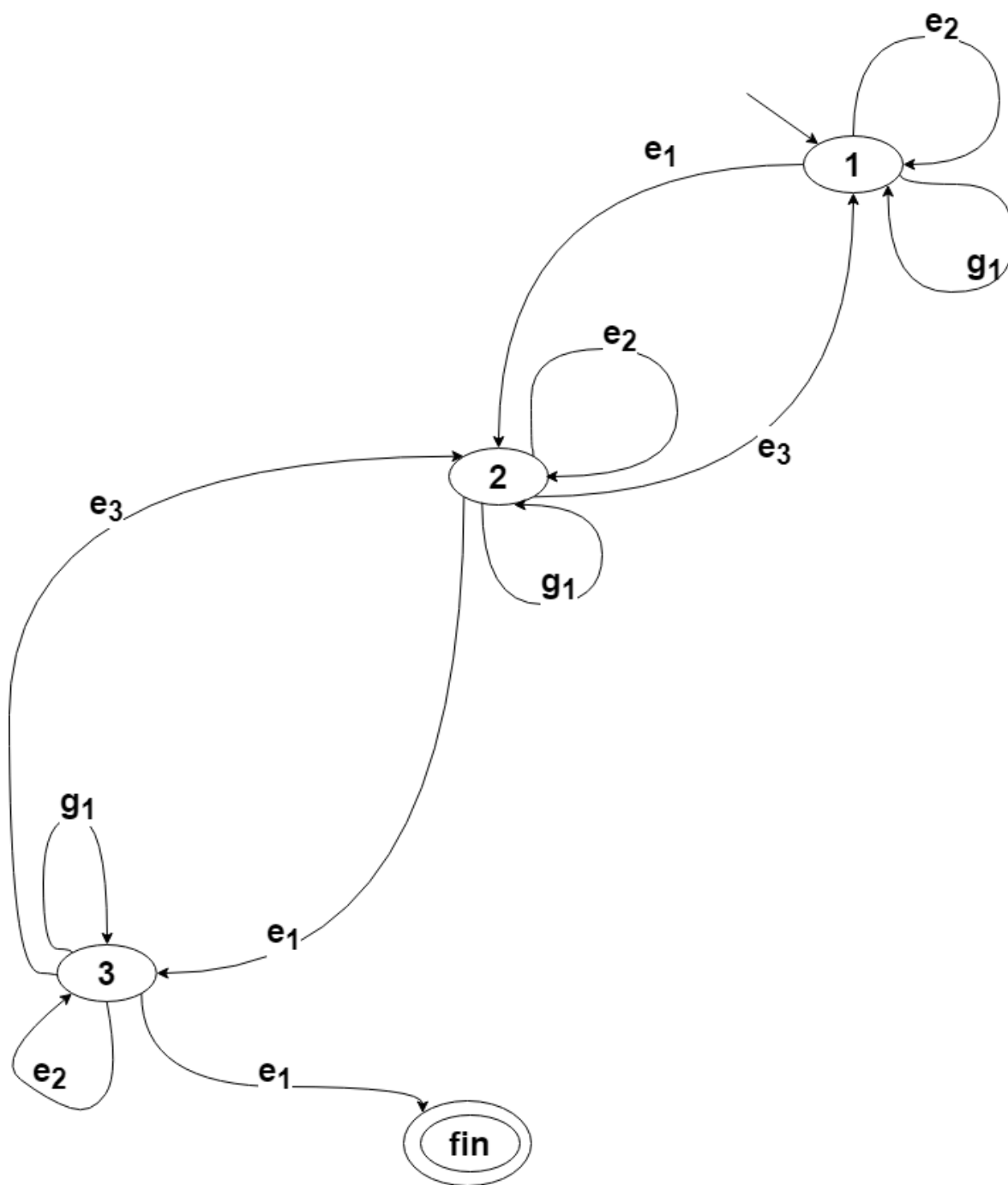


Рисунок 16 - Конечный детерминированный автомат прохождения модуля из трёх заданий с использованием механики напоминания

Например, рассмотрим случай 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. Так, для реализации воздействий данных игровых механик потребуется 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.

Событие e_1 и e_2 генерируются в случае правильного и неправильного соответственно выполнения текущего задания. 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. Тогда реализация детерминированного конечного автомата процесса прохождения такого контрольного испытания может быть представлена как на рисунке 17.

Прохождение же всего испытания, модуля, курса для обучающегося представляется задачей достижения конечного состояния с максимальным значением набранных баллов. Реализации игровой механики вознаграждения и ограниченного количества попыток стимулирует обучающегося более

ответственно относиться к выполнению поставленного задания, использование механики подсказок позволяет не отчаиваться в случае неправильного ответа.

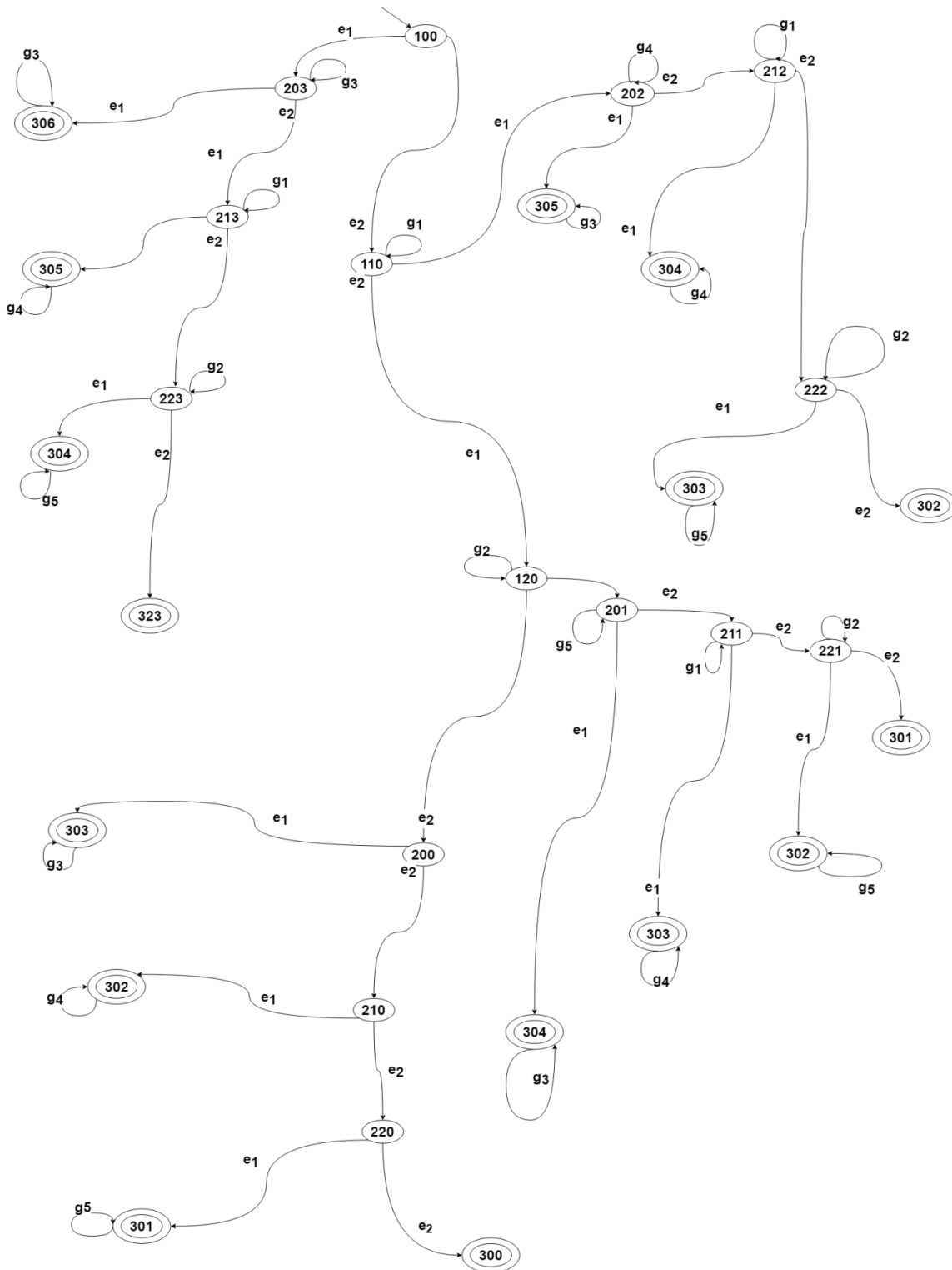


Рисунок 17 - Конечный детерминированный автомат прохождения испытания из двух заданий с использованием механик вознаграждения и подсказки

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

Применение подхода, описанного в пункте 2.2, к определению понятия событий и воздействия событийно-ориентированных игровых механик позволяет реализовать системный подход к формированию воздействий игровых механик путём создания шаблонных продукционных правил. Для проектирования информационной системы управления электронным обучением с применением игровых механик можно выделить следующую совокупность сущностей, необходимых для реализации подобной системы:

- user – пользователь информационной системы, за которым закреплен адрес электронной почты, логин, пароль, с помощью которых была совершена регистрация в данной системе, а также осуществляется аутентификация;
- teacher, student – сущности представляющие преподавателей и обучающихся. Могут быть не выделены в отдельные объекты, а является ролями сущности user;
- rule – продукционное правило, на основе которого происходит генерация определённого события, либо воздействия игровой механики. Данные правила хранятся в библиотеке правил, могут дополняться, корректироваться и удаляться преподавателем и администратором системы;
- statement – утверждение, сохраняющееся в LRS, которое обязательно должно быть связано с сущностями actor, verb, object. Экземпляр класса данной сущности несёт в себе информацию о единичном действии пользователя в определённый момент времени и является входным параметром относительно продукционного правила, генерирующего событие;
- event – событие, формируемое провайдером задач на основе утверждений из LRS и продукционных правил;

- game mechanic effect – воздействие игровой механики, генерируемое на основе утверждений в LRS, событий и продукционных правил.

Диаграмма отношений между сущностями в общем виде представлена на рисунке 18.

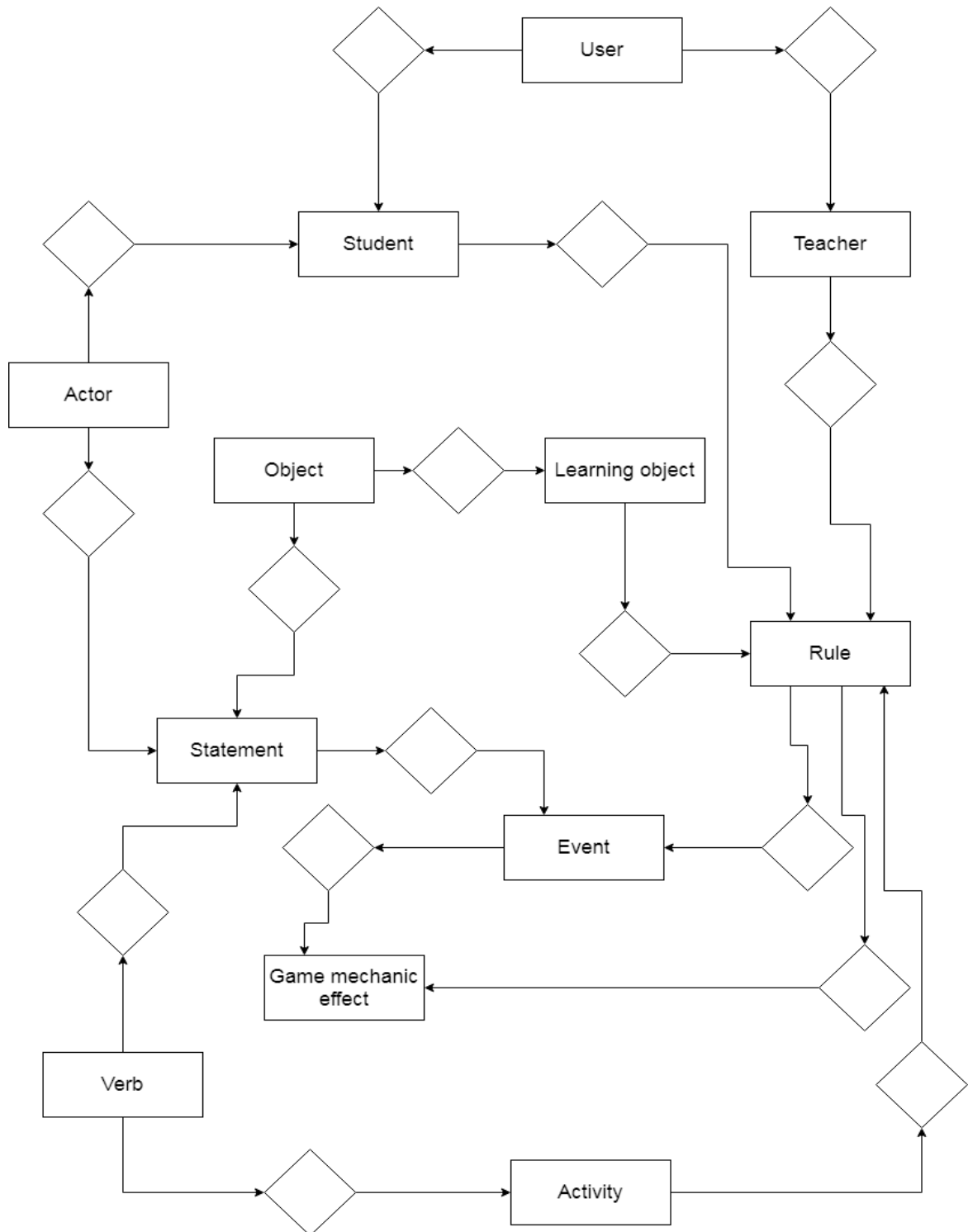


Рисунок 18 - ER-диаграмма информационной системы управления электронным обучением с применением игровых механик

Предполагается, что сущность преподавателя и обучающегося связаны с сущностью технического пользователя связью один к одному. Допускается использование одного аккаунта пользователя для переключения между ролями преподаватель-обучающийся. Все аутентификационные данные хранятся в виде атрибутов сущности пользователя.

Обязательные составляющие свойства утверждения (statement), согласно спецификации стандарта xAPI, представлены отдельными сущностями и объединяются связями один ко многим. Свойство пользователя (actor) связано с сущностью обучающегося и отождествляется с одним экземпляром данной сущности. В качестве единицы сущности verb выступает элемент множества допустимых действий (activity), который может совершить пользователь. Свойство утверждения object включает подмножество обучающих объектов, а также элементов интерфейсов, обеспечивающих прохождение электронного курса.

Данные утверждения используются сущностью rule, представляющей продукционное правило, для создания определённого события, которое может быть сгенерировано на основе нескольких утверждений в одном правиле. Так же на основе одного или нескольких событий продукционным правилом генерируется необходимое воздействие или совокупность воздействий игровой механики (game mechanic effect). Сами продукционными правилами создаются в библиотеке правил преподавателем, используя сущности обучающегося (student), возможного действия пользователя (activity), и объектов, с которыми взаимодействует обучающийся.

Полная ER-диаграмма с указанием характера связей между выделенными сущностями, используемыми в информационной системе управления электронным обучением, а также соответствующие атрибуты рассматриваемых сущностей представлена на рисунке 19.

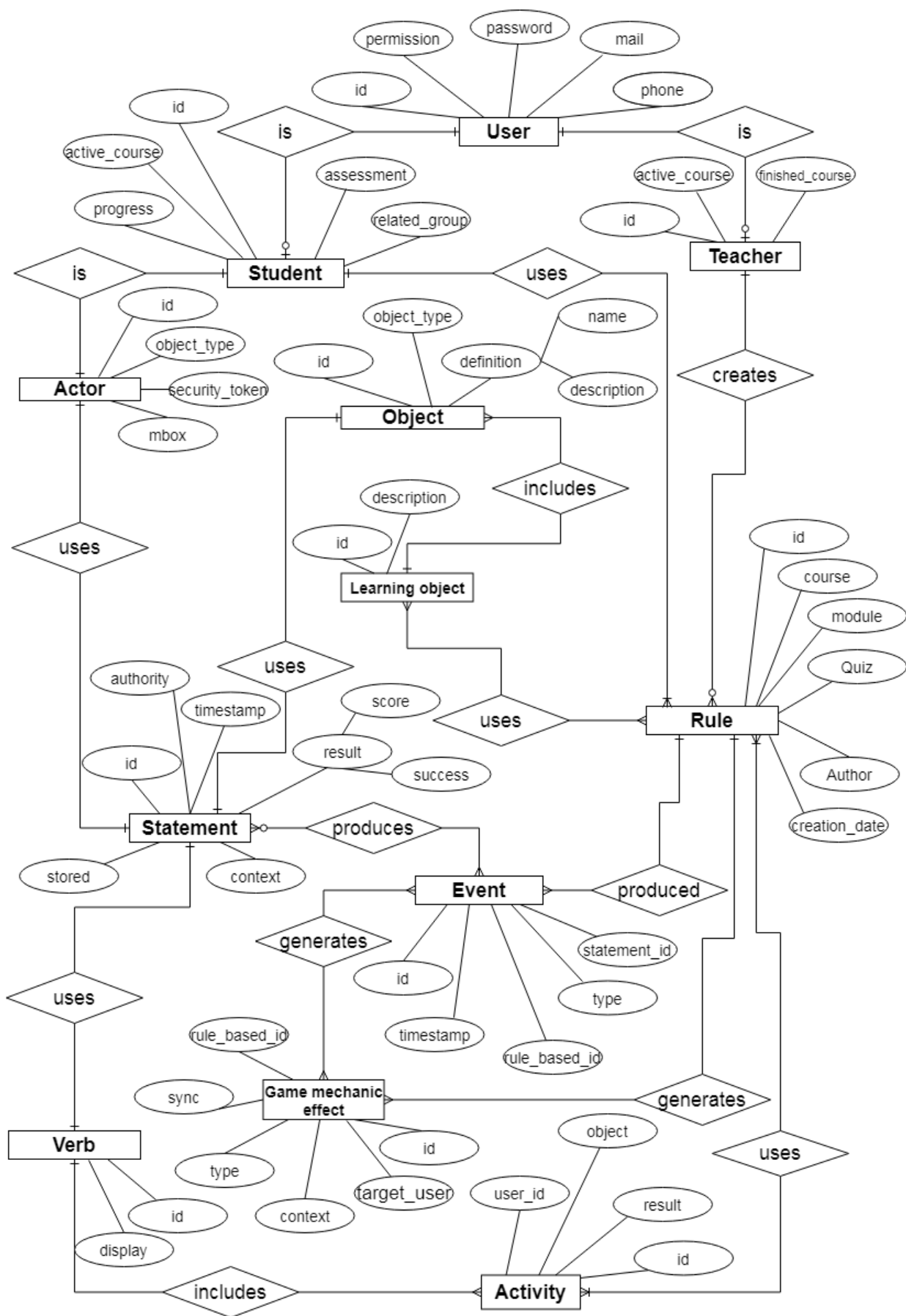


Рисунок 19 - ER-диаграмма информационной системы управления электронным обучением с применением игровых механик

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.

Разработанный 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 новые механики без воздействия на уже имеющиеся, изменять набор используемых механик, а также создавать собственные игровые механики, снижая требования к компетенциям, необходимым для этого.

Метод организации автоматизированного управления генерацией воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса представлен в виде swim lane диаграммы на рисунке 20.

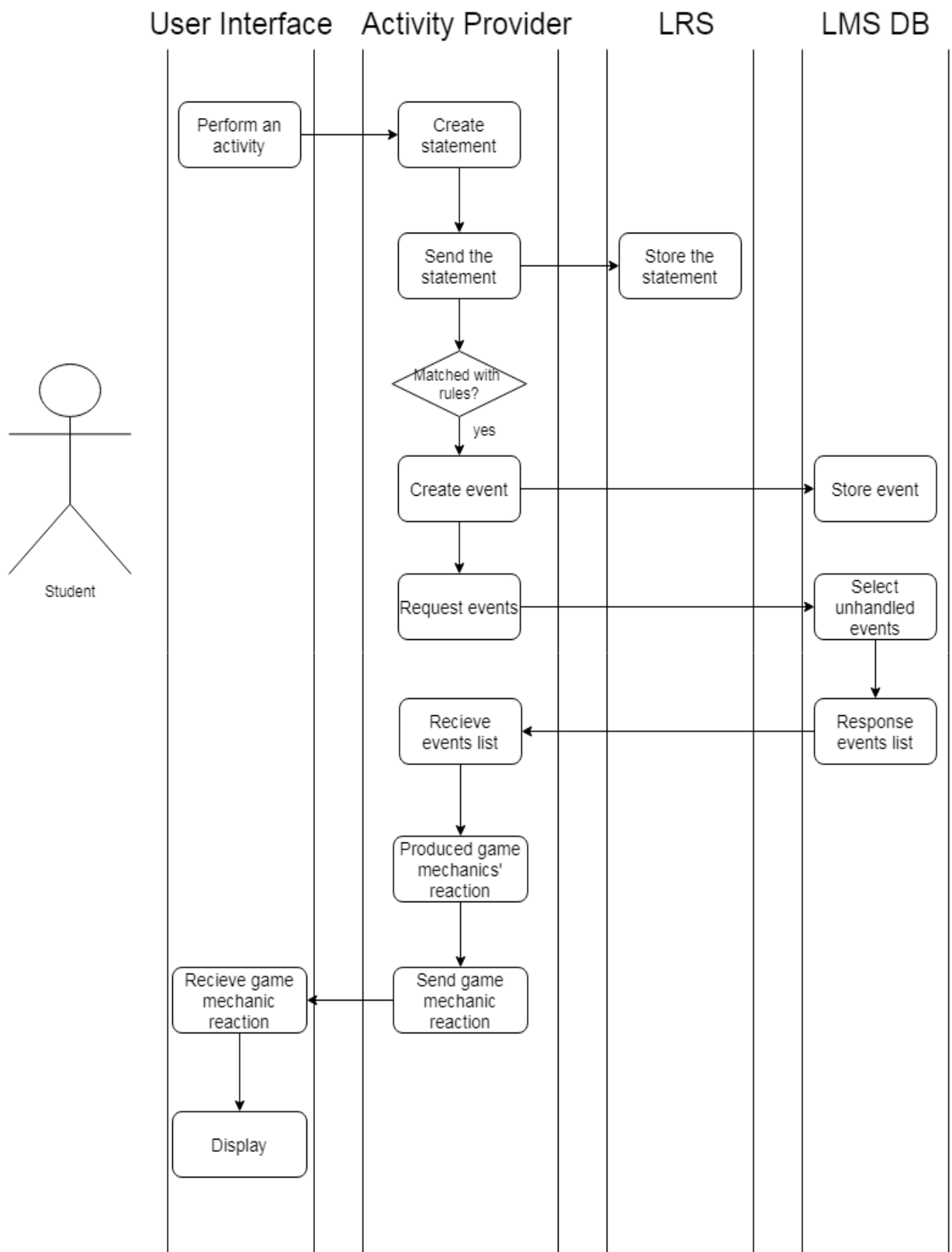


Рисунок 20 - Диаграмма процесса автоматизированного управления генерацией воздействий игровых механик

Провайдер задач (Activity provider) представляет собой постоянно выполняющийся процесс. Данный сервис должен иметь REST API интерфейс для возможности получения запросов со стороны пользовательских интерфейсов, предоставляющих обучающимся возможность взаимодействия с LMS, а также должен иметь реализованную в виде программы логику обработки полученных данных, формирования и отправки REST запросов, а также инструментов взаимодействия с базами данных. Условно внутри провайдера задач можно выделить интерпретатор правил и событий, который производит анализ необходимости генерации событий и воздействий игровых механик.

Хранилище учебных записей (LRS) должно также иметь REST API интерфейс для возможности получения запросов и отправки ответов на запросы. Так же стоит заметить, что поскольку поля записей являются неизменяемыми, то метод DELETE не должен быть предоставлен в открытом REST API.

Коммуникация между провайдером задач и LRS осуществляется посредством REST запросов, тело которых представлено в формате JSON и содержит необходимые данные, предусмотренными спецификацией стандарта xAPI. Данные из JSON разбираются и конвертируются во внутренне представление моделей с помощью реализованной логики activity provider и LRS. API LRS также может быть использован для проведения аналитики, построения отчётов и их визуализации.

2.5 Модель выбора оптимального набора игровых механик

Как уже было замечено, реализация процесса корпоративного обучения должна удовлетворять ряду требований: минимизация времени, затрачиваемого на обучения; минимизация времени рабочих часов преподавателя-эксперта; обеспечение максимальной эффективности проведённого обучения, поэтому задача выбора набора используемых игровых механик должен решать данную проблему, удовлетворяя

ограничениям. Данную задачу можно представить как задачу многокритериальной оптимизации:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^m eff_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (26)$$

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^m t(exp)_i \cdot x_i \rightarrow \min, \quad (27)$$

$$f_1(x) * k_1 > f_2(x) * k_2$$

$$D = \{ x \in R^m | x_i \in [0,1] \forall i = \overline{1, m}, \quad (28)$$

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

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если применена } i - \text{тая игровая механика} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \quad (29)$$

где eff – эффективность обучения с использованием i -той игровой механики, $t(edu)$ – время обучения с применением i -той игровой механики, $t(exp)$ – время работы эксперта с применением i -той игровой механики. $X(i)$ – множество всех игровых механик, D – область допустимых значений, k_1, k_2 – весовые коэффициенты.

Также в случае определения критерия эффективности i -ой механики как доминирующего, задачу можно свести к задаче скалярной оптимизации, предполагающей нахождение такого вектора X , который бы доставлял максимум критерию выбора, а именно функции показателя эффективности:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m eff_i \cdot x_i \rightarrow \max \quad (30)$$

$$D = \{ x \in R^m | x_i \in [0,1] \forall i = \overline{1, m} \quad (31)$$

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

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

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если применена } i - \text{тая игровая механика} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (32)$$

Таким образом, решение задачи однокритериальной или многокритериальной оптимизации лицом, принимающим решение о выборе совокупности используемых игровых механик в рамках реализации корпоративных обучающих курсов, позволит удовлетворить существующим требованиям и ограничениям, предъявляемым к процессу организации корпоративного обучения и повышения квалификации.

В разделе 1.5 было отмечено, что оценка эффективности проведённого корпоративного обучения является обязательной задачей в цепочки процесса организации его проведения. Среди существующих методов оценки эффективности наиболее применимым и широко распространённым является метод Киркпатрика. Однако, общий метод, основанный на классической модели Киркпатрика, не конкретизируется способами осуществления оценки достижения уровней данной модели.

В общем виде задача многокритериальной оптимизации относительно четырёхуровневой модели Киркпатрика может быть представлена следующим образом:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^m firstLev_i \cdot x_i \rightarrow max, \quad (33)$$

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^m secondLev_i \cdot x_i \rightarrow max, \quad (34)$$

$$f_3(x) = \sum_{i=1}^m thirdLev_i \cdot x_i \rightarrow max, \quad (35)$$

$$f_4(x) = \sum_{i=1}^m fourthLev_i \cdot x_i \rightarrow max, \quad (36)$$

$$D = \{ x \in R^m | x_i \in [0,1] \forall i = \overline{1, m}, \quad (37)$$

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

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

где x_i – i -ая игровая механика из множества всех игровых механик X , $t(edu)$ – время обучения с применением i -той игровой механики; $T(edu)$ – общий фонд времени, отводимый на обучение; $COST$ - общий фонд затрат, $firstLev$

- *fourthLev* – показатели достижения соответствующих четырех уровней по Кирпатрику. Результатом решения данной оптимизационной задачи выступает вектор используемых игровых механик, позволяющий максимизировать эффективность проведения корпоративного обучения с учётом имеющихся ограничений по стоимости времени обучения.

Для оценки достижения первого уровня модели Киркпатрика предлагается использовать следующие метрики и методы оценки:

1. Лист реагирования;
2. Значение показателя удержания N-го дня
3. Количество случаев нарушения дедлайнов двух типов.

Пример листа реагирования, состоящий из 15 вопросов, отражающих эмоциональное восприятие проведенного обучающего курса слушателями, приведён в приложении 2.

Одной из ключевых проблем эффективности освоения корпоративных обучающих курсов является несистемное и неплановое прохождения учебных курсов, поэтому важно обеспечить мотивацию планомерного обращения к обучающей платформе, а также мониторинг данной метрики. В качестве такой метрики может выступать показатель удержания N-го дня. Данная метрика, как было описано в 1.5, рассчитывается следующим образом:

$$ret_N = \frac{k_N}{p_N} * 100\% , \quad (38)$$

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 качестве ещё одной численной метрик измерения вовлечённости обучающихся в процесс может выступать показатель количества нарушения дедлайнов.

Тогда целевая функция достижения первого уровня модели

Киркпатрика:

$$f_1(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \left(a_1 * \sum_{j=1}^p reactQuest_j + a_2 * \sum_{N=1}^k ret_N - a_3 * \right. \\ \left. module=1zDsoftMmodule - a_4 * module=1zDhardMmodule \right) \cdot x_i \rightarrow max \quad (39)$$

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

где $reactQuest_j$ – оценка по j-му вопросу листа реагирования из p вопросов, ret_N – значение показателя удержания N-го дня, k – количество дней проведения обучающего курса, D_{soft} , D_{hard} – количество случаев нарушения мягких и жёстких дедлайнов соответственно в рамках одного учебного модуля обучающего курса, состоящего из z модулей, a_1 , a_2 , a_3 , a_4 – весовые коэффициенты важности представленных метрик.

Значение целевой функции достижения второго уровня модели Киркпатрика определяется суммарными значениями отношений набранных баллов к максимально возможным всеми обучающимися, а именно:

$$f_2(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^v \left(\frac{points}{maxPoints} \right)_{gij} * x_i \rightarrow max \quad (40)$$

где v – количество оцениваемых заданий.

Как было отмечено в 1.5 третий уровень позволяет оценить, насколько полученные в ходе обучения знания и навыки применяются на практике. При оценке достижения данного уровня проводится анализ изменения поведения обученного при выполнении рабочих обязанностей. Результат оценки может быть выражен количественно при мониторинге KPI сотрудника, либо ключевых метрик производства.

В общем случае расчёт KPI каждого сотрудника может быть произведён следующим образом:

$$KPI = \sum_{q=1}^{indicAmount} \left(b_q * \frac{actualIndicator}{goalIndicator} \right)_q \quad (41)$$

где $indicAmount$ - количество показателей, учитываемых в KPI, b_q - весовой коэффициент q-ого показателя, $actualIndicator$ – актуальное значение показателя, $goalIndicator$ - целевое значение показателя.

Тогда целевая функция для достижения третьего уровня может быть представлена следующим образом:

$$f_3(x) = \sum_{g=1}^{numOfStud} \sum_{i=1}^m \left(w_1 * \sum_{c=1}^s \left(\frac{usingAfter}{usingBefore} \right)_{gic} + w_2 * KPI_{gic} \right) * x_i \rightarrow max \quad (42)$$

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

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

$w_1, w_2 \in [0,1]$ - весовые коэффициенты.

Согласно модели Киркпатрика, задачей четвертого уровня является определение влияния проведённого обучения непосредственно на бизнес. В рамках оценки достижения четвертого уровня производится мониторинг и анализ бизнес-метрик, выделенных как те, которые необходимо улучшить за счёт результатов проведения корпоративного обучения, для оценки их улучшения.

Тогда целевая функция для оценки достижения четвертого уровня представляется следующим образом:

$$f_4(x) = \sum_{u=1}^{Nbm} \left(\frac{BMI_{after}}{BMI_{before}} \right)_u \quad (43)$$

где BMI_{after} – значение u-ой бизнес метрики после проведения обучения, BMI_{before} – значение u-ой бизнес метрики до проведения обучения, Nbm - количество анализируемых бизнес-метрик.

Резюмируя вышеизложенное описание целевых функций, общий вид формализованной задачи многокритериальной оптимизации выбора плана используемых игровых механик в рамках реализации корпоративного

обучения с учётом весовых ранжирующих коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4 представляется следующим образом:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6 Модель реализации игровой механики предписания

Использование механики предписания в рамках имплементации системы корпоративного обучения позволяет стимулировать соблюдение дедлайнов обучающимися. Не выполнив задание в установленный преподавателем-экспертом срок, который был зафиксирован в системе, пользователь лишается части баллов за выполнение задания, следовательно, не может претендовать на максимальный балл за задание/модуль/обучающий курс и не может претендовать на 100-процентную полосу прогресса.

Задача оценивания обучающегося в данном случае может быть формализована в виде задачи динамического программирования:

$$F = \sum_{k=1}^m (S_{k-1}, x_k) \rightarrow \text{extr} \quad (44)$$

Рекуррентное соотношение:

$$F_k(C_k) = \max \{ g_k(x_k) + F_{k+1}(C_k - x_k) \} \quad k=1, n \quad (45)$$

$$F(X) = \sum_{i=1}^n g_i x_n \rightarrow \max, \quad (46)$$

Таблица 1 – Матрица коэффициентов рекуррентного соотношения

	g1 (просрочил)	g2 (не просрочил)
X1 (сдал на 3)	$g_1(x_1)$	$g_2(x_1)$
X2 (сдал на 4)	$g_1(x_2)$	$g_2(x_2)$
Xn (сдал на 5)	$g_1(x_n)$	$g_2(x_n)$

2.7 Задача подбора кандидатов

Как было отмечено в первой главе, разработка и внедрения информационных систем управления и развития персонала с целью автоматизации процессов адаптации новых сотрудников может в значительной мере сократить время адаптации и время сотрудников-экспертов, затрачиваемое на поддержку новичков. С целью формализации данного процесса и, как следствие, повышения его эффективности, можно предложить следующую математическую модель.

Пусть существует N число вакансий и M сотрудников. Каждый i -ый сотрудник может выполнять каждую j -ую задачу с определенным коэффициентом эффективности u_{ij} , значение которого может быть увеличено за счёт использования того или иного набора игровых механик. Тогда задача подбора кандидатов может быть формализована следующим образом:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{y=1}^n u_{ij} x_{ij} \rightarrow \max, \quad (47)$$

где u_{ij} – коэффициент полезности i -того работника на j -тую рабочую роль;

$$D = \{x_{ij} \in \mathbb{R}^{m*n} \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq a_j, \forall j = \overline{1, n}, \quad (48)$$

$$\sum_{y=1}^n x_{ij} \leq 1 \forall i = \overline{1, m}\} \quad (49)$$

Каждого работника можно взять не более, чем на 1 роль в коллективе.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{ый сотрудник занимает } j - \text{ую роль,} \\ 0, & \text{если не занимает.} \end{cases} \quad (50)$$

Выводы по главе 2

В ходе анализа технических стандартов электронного обучения были рассмотрены стандарты AICC, SCORM, xAPI, CMI5. В качестве используемого в рамках реализации информационной системы управления электронным обучением был выбран 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.

Предложена классификация, выделенных в главе 1, игровых механик, 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. Использование разработанной формальной модели, в отличие от реализаций, описанных в проанализированных работах [16, 18, 19, 20, 26, 28, 29], 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.

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. Так же 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. В отличие от существующих реализаций корпоративных

геймифицированных обучающих приложений [26, 28, 29, 61, 62] 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, представленных в работах [36, 37, 38, 63], использование предложенной модели описания воздействия событийно-ориентированных механик и расширения словаря утверждений (Statement) позволяет внедрить элементы геймификации.

Рассмотрение задачи выбора оптимального набора используемых игровых механик в рамках реализации корпоративной системы обучения относительно задачи многокритериальной оптимизации позволило предложить общий формальный подход к выбору нужных игровых механик. Конкретизация целевых функций задачи многокритериальной оптимизации на основе модели оценки эффективности Киркпатрика проведения корпоративных обучающих курсов позволило предложить методику выбора оптимального набора игровых механик с возможностью экспертного задания весовых коэффициентов важности конкретных характеристик проводимого обучения.

Глава 3 Программная имплементация разработанных решений

Описание выбранных инструментов реализации системы управления корпоративным электронным обучением с применением игровых механик

3.1 Система дистанционного обучения

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. Совершённый 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.

Свои истоки платформа берет в 2002-м году, и за время её существования количество сайтов на её основе превысило миллион, а количество обучающихся – 150 миллионов человек. Сообщество пользователей платформы Moodle достаточно широко, что позволяет постоянно совершенствовать данную LMS, создавать и переиспользовать плагины.

Moodle LMS предоставляет широкий набор инструментов и совместных пространств для удобства обучения и коммуникации. Благодаря значительной гибкости и масштабируемости данная платформа используется для обеспечения электронного обучения в сферах образования, бизнеса, правительства и других областях систем любых размеров [39].

Платформа Moodle является open-source продуктом, что позволяет получить следующие преимущества:

- Свободное распространение программного обеспечения без оплаты лицензии;
- Нет зависимости от вендора услуг. Помимо возможности кастомизации используемой платформы есть возможность, в случае необходимости сменить её полностью;

- Открытый исходный код позволяет сообществу оперативно обнаруживать и устранять уязвимости в безопасности благодаря консолидации и общим целям пользователей;
- Гибкость благодаря возможности кастомизации исходного кода и адаптации системы под нужды определённой области или конкретного предприятия;
- Благодаря возможности кастомизации администраторы системы постоянно находятся в контакте с последними технологиями и лучшими практиками реализации процесса электронного обучения;
- Организация, в которой используется LMS может расти и масштабироваться, поэтому важным требованием является возможность и платформы электронного обучения также масштабироваться и адаптироваться под новые требования и нужды. Open-source подход позволяет с лёгкостью масштабировать имеющуюся систему;
- Открытый исходный код предоставляет экспертам и администраторам полный доступ к коду платформы Moodle, дающий свободу кастомизации под нужды компании, тем самым предоставляя возможность её использования в качестве корпоративной системы электронного обучения.

Moodle LMS предоставляет гибкие решения для помощи и развития персонала, включая:

- Компетентностно-ориентированное обучение.
- Адаптация персонала, основанная на ролях.
- Запуск продуктов и услуг.
- Культура обучения.
- Адаптация новых сотрудников.
- Непрерывное обучения и профессиональное развитие.
- Программа сертификации.

- Внутрикorporативное удержание и найм сотрудников.
- Внешнее обучение на предприятии.

Платформа Moodle предусматривает реализацию концепции мобильного обучения и предоставляет доступ к мобильным приложениям, позволяющим пользователям пользоваться контентом учебного курса, загружать мультимедийные файлы, получать уведомления, обмениваться сообщениями с обучающимися и преподавателями, проходить контрольные испытания, участвовать в обсуждениях на форуме.

Использование Moodle LMS подразумевает две возможности размещения системы: на собственных серверах (Self-hosted) и на серверах, предоставляемых непосредственно Moodle (Cloud-hosted). Для реализации системы корпоративного обучения с применением, разработанных в ходе выполнения диссертационного исследования решений, был выбран вариант размещения платформы на собственных серверах компании. Такое решение обосновано наличием необходимого оборудования, а также требованиями корпоративных политик безопасности.

Платформа Moodle по умолчанию предоставляет набор типов заданий для осуществления контроля знаний:

- Вопрос с ответом Верно/Неверно.
- Вопрос с вложенным ответом.
- Выбор пропущенных слов.
- Вопрос с вычисляемым ответом.
- Вопрос с коротким открытым ответом.
- Вопрос с множественным выбором варианта ответа.
- Вопрос на соответствие.
- Перетаскивание маркеров;
- Случайный вопрос на соответствие.
- Числовой ответ.
- Эссе.

Примеры некоторых типов вопросов приведены на рисунках 21, 22, 23.

За что не отвечает скрам-мастер?

Выберите один ответ:

- а. Приоритизирует задачи команде
- б. Помогает команде договариваться между собой
- в. Учит команду работать в скрам-процессе

[Очистить мой выбор](#)

Рисунок 21 – Пример вопроса с единственным правильным вариантом ответа

В методологии SCRUM существует понятие трёх артефактов. Первый артефакт — это . Это то, что является результатом командной разработки за спринт, соответствующее двум правилам: его . Этот артефакт поставит пользователю, и он несет ценность с точки зрения конечного пользователя.

- бэклог спринта
- инкремент**
- бэклог

Рисунок 22 – Пример вопроса с выбором пропущенного слова

Что из перечисленного истинно для ограниченного по времени (timeboxed) события Scrum (Scrum Event)?

Выберите один или несколько ответов:

- а. Событие может занимать меньше времени, чем запланировано
- б. Событие может занимать больше времени, чем запланировано
- в. Событие не может занимать меньше времени, чем запланировано
- г. Событие не может занимать больше времени, чем запланировано
- д. Событие должно занимать ровно столько времени, сколько запланировано.

Рисунок 23 – Пример вопроса с множественным выбором правильного ответа

Moodle LMS позволяет собирать и хранить данные о всех типах действий за всё время использования системы. Эти данные могут быть использованы для проведения аналитики и построения отчётов. В случае же кастомизации и внедрении геймификации эти данные используются для анализа и выработки воздействий событийно-ориентированных игровых механик. Базовые атрибуты описания событий платформы Moodle представлены в таблице 5.

С целью экономии времени на реализацию интеграции LMS и LRS был использован плагин Logstore xAPI, предоставляемый платформой Moodle. Данный плагин генерирует события в виде xAPI утверждений (statement) на основе Moodle Logstore - лога действий пользователей LMS. Logstore записывает все действия пользователя, например, когда он смотрит курс,

завершает задание или получает оценку. Плагин Logstore xAPI использует эти логи для формирования xAPI утверждений, после чего отправляет их в LRS [47].

Таблица 5 – Атрибуты событий Moodle LMS [40]

Атрибут	Описание
TimeStamp	Дата и время совершенного события
StudentID	Уникальный идентификационный номер пользователя
CourseID	Уникальный идентификационный номер обучающего курса
IPAddress	IP адрес клиента, с помощью которого осуществлялся доступ к LMS
Activity	Наименование действия, совершенного пользователем в LMS
ActivityAttr	Детальное описание конкретного типа совершенного действия, для некоторых типов действий является необязательным

Данный плагин состоит из трёх частей:

- Expander;
- Translator;
- Emitter.

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.

3.2 Хранилище учебных записей

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.

Learning Locker представляет собой совместимое хранилище учебных записей с открытым исходным кодом, позволяющее хранить и осуществлять обмен данными в соответствии со стандартом xAPI.

Learning Locker разделён на два репозитория – непосредственно приложения Learning Locker и xAPI сервис. Графический интерфейс, HTTP-интерфейс и xAPI сервис по умолчанию доступны по одному и тому же порту, поэтому необходимо использовать маршрутизирующий прокси-сервер для переадресации соответствующих запросов.

В свою очередь приложение Learning Locker состоит из трёх частей: UI-интерфейса, API и узлов (workers). Все компоненты реализованы на JavaScript (с использованием Webpack и Babel).

UI-интерфейс использует React для построения форм и Redux для управления состояниями. HTTP интерфейс используется для извлечения и изменения моделей в LRS. Все модели автоматически сохраняются после 3-х секунд с момента их изменений.

API использует Express, Mongo и Mongoose. Express используется для обеспечения HTTP маршрутизации, Restify – для обеспечения RESTful маршрутизации до каждой модели Learning Locker. Mongoose выступает в качестве надстройки над Mongo для управления моделями в Mongo DB,

использующимися в LRS. Workers используют Redis и SQS как драйвер управления очередями, необходимых для обработки длительных процессов. Несколько экземпляров узлов могут использоваться в кластере для параллельной обработки очередей.

xAPI сервис состоит из 4 компонент: statements, activity profiles, agent profiles, state. Данный сервис предоставляет доступ к xAPI HTTP интерфейсу LRS. Сервис имплементирован с помощью TypeScript, используется Express, Mongo, Redis. Основные параметры конфигурации сервиса xAPI представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры конфигурации xAPI Learning Locker [48]

Название	Описание	Пример	Значение по умолчанию
EXPRESS_PORT	Порт для UI-интерфейса	8081	8181
<i>MODELS_REPO</i>	Настройка выбора типа БД (mongo или memory). Memory используется для отладки и тестирования	mongo	Mongo
MONGO_URL	Адрес Mongo DB. Может содержать несколько хостов для реплик	mongodb://localhost:27017/learninglocker_v2	
REDIS_URL	Полный URL экземпляра Redis, включая номер порта и крeдeншлов для аутентификации в случае необходимости	redis://127.0.0.1:6379/0	redis://127.0.0.1:6379/0
REDIS_PREFIX	Префикс, добавляемый всем ключам Redis	learninglocker	LEARNINGLOCKER
STORAGE_REPO	Определяет метод хранения (local для локального хранения, s3 – для AWS S3)	local	-

Название	Описание	Пример	Значение по умолчанию
FS_LOCAL_STORAGE_DIR	Абсолютный путь к хранилищу	/custom/storage/dir	Текущая директория
FS_S3_ACCESS_KEY_ID	В случае использования репозитория Amazon AWS Access Key с доступом на чтение/запись в S3	12356789	-
FS_S3_SECRET_ACCESS_KEY	AWS Secret Access Key	12356789	-
FS_S3_REGION	AWS Secret Access Key	us-west-1	-
WINSTON_CONSOLE_LEVEL	Минимальный уровень логирования (error warning info debug silly)	info	Info
WINSTON_CLOUDWATCH_ENABLED	Отправка логов в AWS Cloudwatch	true	False
WINSTON_CLOUDWATCH_LOG_GROUP_NAME	Название группы Cloudwatch Logs	llv2	llv2
WINSTON_CLOUDWATCH_LOG_STREAM_NAME	Название потока Cloudwatch Logs	application	Имя хоста сервера
WINSTON_CLOUDWATCH_ACCESS_KEY_ID	AWS Access Key с необходимыми привилегиями	12345678901	-
WINSTON_CLOUDWATCH_SECRET_ACCESS_KEY	AWS Secret Access Key	12345678901	-
WINSTON_CLOUDWATCH_REGION	Регион для отправки логов	us-west-1	-

3.3 Rule Library

Библиотека правил представляет собой набор текстовых файлов с расширением .feature, содержащих правила генерации событий и воздействий событийно-ориентированных игровых механик, составленные на основе расширения языка нотации Gherkin.

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]
And
Then Result 1
[And Result 2]
```

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:

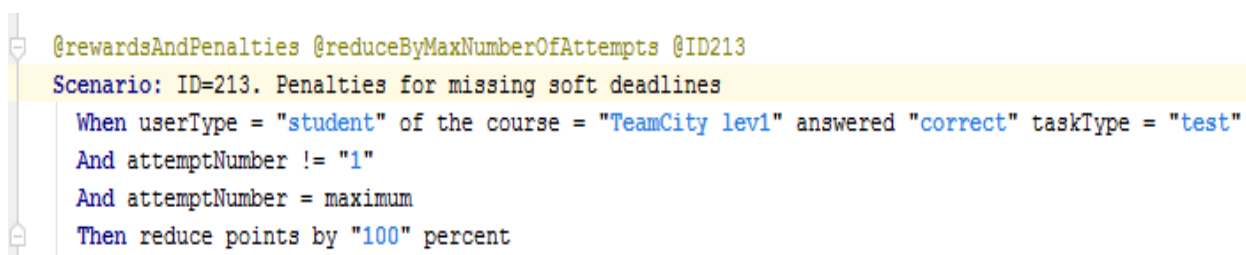
```
resultName
description
reaction [id; genericType params[]]
```

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

Интерпретация правил и их дальнейший мониторинг осуществляется с помощью «маппинга» на основе аннотаций каждого утверждения на соответствующий метод, написанный на языке Java. Разбиения по файлам может быть произвольным, однако группировка по игровым механикам, воздействие которых необходимо сгенерировать, позволяет упорядочивать правила и минимизировать возможность дублирования.

Вынесение правил генерации событий и реакций событийно-ориентированных игровых механик из кода и возможность их составления на основе читаемого описания позволяет минимизировать возможность влияния одних игровых механик на другие, что позволяет модифицировать набор актуальных игровых механик для конкретного обучающего курса «на лету», а также снижает требования к уровню владения компетенциями для составителя правил.

Пример правила генерации воздействия игровой механики поощрения/наказания приведён на рисунке 24.



```
@rewardsAndPenalties @reduceByMaxNumberOfAttempts @ID213
Scenario: ID=213. Penalties for missing soft deadlines
When userType = "student" of the course = "TeamCity level" answered "correct" taskType = "test"
And attemptNumber != "1"
And attemptNumber = maximum
Then reduce points by "100" percent
```

Рисунок 24 - Правило генерации воздействия игровой механики поощрения/наказания

3.4 Activity Provider

Компонент Activity Provider, основанный на Logstore xAPI был реализован на языке Java с применением фреймворка Spring. Activity provider организован в виде нескольких микросервисов, осуществляющих обмен сообщениями между собой. Так, микросервис Activity Processor оперирует с входящими из LMS сообщениями о совершённых действиях и на основе обращений к правилам генерации событий, хранящимся в LRS. В случае нахождения соответствующего правила генерируется сообщение о необходимости генерации события и отправляется в Event Processor.

Event Processor аналогичным образом обрабатывает каждое сообщение о событии и в случае найденного соответствующего этому событию правила создаёт и отправляет сообщения с информацией о формировании необходимой реакции событийно-ориентированной игровой механики в Gamification rule Processor, который в свою очередь формирует тело запроса к LMS в формате JSON и отправляет. Данный процесс описан на рисунке 25.

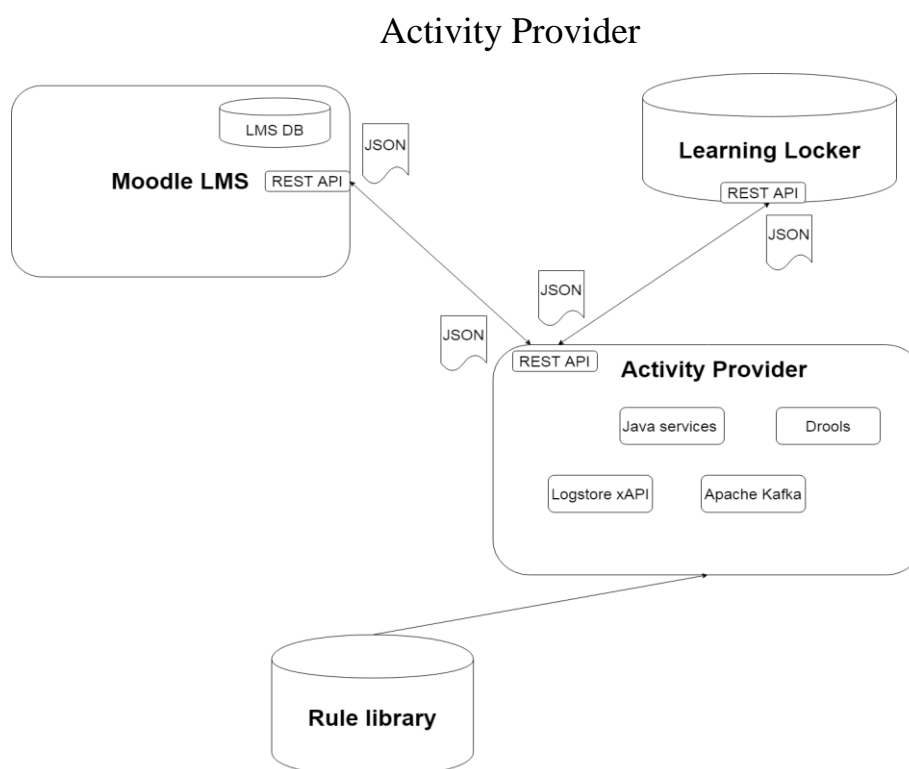


Рисунок 25 - Структурная схема основных компонентов системы управления корпоративным электронным обучением с применением игровых механик

Все компоненты системы управления корпоративным электронным обучением были развернуты внутри локальной сети компании, что позволило минимизировать требования к защищённости протоколов передачи данных. Структурная схема архитектуры системы представлена на рисунке 26.

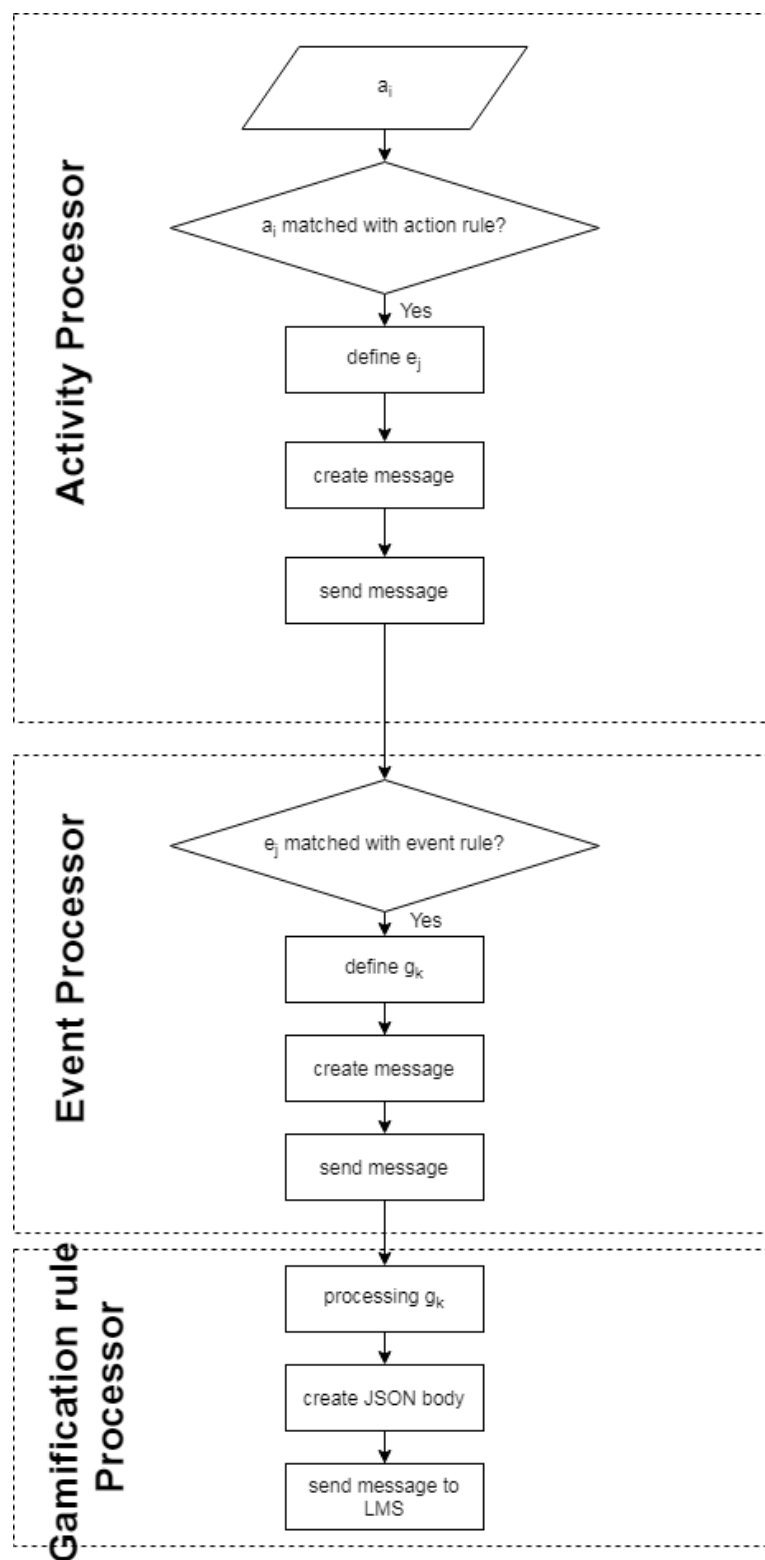


Рисунок 26 – Процесс обработки сообщения о совершённом действии

Выводы по главе 3

С целью апробирования разработанных решений была реализована информационная система прохождения корпоративного электронного обучения. Разработанная система базируется на LMS Moodle Core и

кастомизирована за счёт реализации сервисов Activity Provider, использования плагина LogStore xAPI для осуществления обмена сообщениями между компонентами системы согласно стандарту xAPI. Совершённый 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 хранилище учебных записей (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. Компонент Activity Provider, основанный на Logstore xAPI, и, состоящий из микросервисов Activity Processor, Event Processor, Gamification rule Processor, 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.

Глава 4 Экспериментальные исследования и апробация разработанных решений

4.1 Описание условий эксперимента и апробации

Апробация, предложенных в ходе диссертационного исследования, решений была проведена в рамках реализации эксперимента на базе компании ООО «Биарум». Данная компания специализируется на разработке программного обеспечения в областях:

- 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.

За десятилетнее существование компании были успешно завершены более 40 проектов для таких известных компаний-заказчиков, как Harvard Medical School, Intersystems, First Line Software, PDF Filler, Inside Tracker. На момент проведения апробации численность сотрудников компании составляла 51 человек, среди которых насчитывалось 7 ролей. Проведение эксперимента было осуществлено в период 2 марта – 19 июля 2020 года.

Основной целью апробации предложенных моделей и метода для обеспечения управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик было определение их эффективности, выявление проблемных особенностей реализации, а также выработка рекомендации по имплементации разработанных решений.

4.2 Методика проведения эксперимента и апробации

Для реализации проведения эксперимента с целью оценки эффективности применения разработанных решений были подготовлены два электронных обучающих курса. Все обучающие курсы реализованы на базе Moodle-подобной электронной транслирующей обучающей среды, кастомизированной с помощью имплементации предложенной информационной модели на основе стандарта xAPI, описанной в 2.4.

Для формирования интерактивной реакции со стороны игровых механик был использован метод организации автоматизированного управления генерацией их воздействий, предложенный и описанный в 2.4. Воздействия же событийно-ориентированных игровых механик рассматривались и проектировались согласно предложенному в 2.2 формальному подходу, основанному на производственных правилах отображения множества подмножеств событий на элементы воздействия игровых механик.

Для мониторинга процесса прохождения обучающих курсов и выявления проблемных частей была апробирована модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе детерминированного конечного автомата, представленная в 2.3.

4.2.1 Проведение эксперимента №1

Курс №1 «Методология гибкой разработки: Agile», реализован в трёх вариантах:

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

Для выбора набора используемых игровых механик в случаях курсов типа 2 и 3 была использована модель, предложенная и описанная в 2.5, на основе постановки задачи многокритериальной оптимизации относительно достижения четырёх уровней модели оценки эффективности Киркпатрика.

С целью обеспечения наиболее похожих начальных условий, всеми потенциальными обучающимися сотрудниками был пройден входной тест на определение начального уровня знаний и навыков относительно темы обучающего курса, а также тест на определение профиля мотивации к обучению согласно методике «Мотивация учебной деятельности: уровни и типы» [83], позволяющий определить уровни познавательной мотивации и социальной мотивации, выраженность уровня широких познавательных мотивов и познавательных мотивов учения, личностных мотивов учебной деятельности, мотива обязывающего или вынужденного учения, мотива сотрудничества или социальности знаний.

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. Состав обучающего курса был представлен следующим образом:

Модуль 1. Обзор Agile (7 заданий, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Общий обзор методологии разработки, согласно Agile манифесту.

Практическое применение концепции в приложении повседневных задач разработки продуктов программного обеспечения. Ценности, декларируемые в манифесте.

Модуль 2. Обзор Scrum и Kanban (10 заданий, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Предпосылки использования, критерии выборы методологии, особенности и потенциальные ошибки внедрения.

Модуль 3. Scrum методология (25 заданий, мягкий дедлайн: 5 дней, жёсткий дедлайн: 7 дней)

Команда и роли (владелец продукта, разработчики, скрам-мастер, стейкхолдеры).

Спринт. Планирование спринта. Ежедневный стендап митинг. Обзор спринта. Ретроспектива спринта.

Артефакты Scrum. Бэклог продукта, бэклог спринта, инкремент спринта.

Определение готовности.

Бэклог, эпик, задача. Флоу разработки.

Модуль 4. Kanban методология (20 заданий, мягкий дедлайн: 5 дней, жёсткий дедлайн: 7 дней)

Процессы. Концепция Kanban методологии. Правила Kanban. Метрики.

Диаграмма потока разработки.

Команда. Модель Factory. Разделяемые обязанности. Самоорганизация.

Межфункциональность. Выгода правильного использования методологии.

Kanban доска. Визуализация процессов. «Work in progress» ограничения.

Классы сервисов Kanban.

Модуль 5. Планирование, отчёты, риски (17 заданий, мягкий дедлайн: 5 дней, жёсткий дедлайн: 7 дней)

Планирование и управление проектом. Оценка трудоёмкости, стори поинты, методы оценки, ограничения и лимиты, спринт burndown.

Частые ошибки. Проект.

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.

Количество участников, проходящих определенный тип курса, приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Распределение количества участников в соответствии с назначенным типом курса

Наличие игровых механик	Без использования игровых механик	Применение механики вознаграждения	Применение механики вознаграждения и механики подсказок
Количество участников	11	10	11

В целях анализа эффективности применения геймификации, а также предложенных моделей и метода управления автоматизированной генерации воздействий игровых механик были выделены следующие базовые критерии оценки прохождения учебного курса, соответствующие достижению четырёх уровней модели Киркпатрика:

I уровень:

- 1) Оценка листов реагирования;
- 2) Показатель удержания;
- 3) Количество случаев нарушения сроков выполнения заданий;

II уровень:

- 1) Отношение количества набранных баллов к максимально возможному;

III уровень:

- 1) Показатель использования полученных в ходе обучения навыков в рамках выполнения трудовых обязанностей;
- 2) KPI;

IV уровень:

- 1) Улучшение значений бизнес-метрик в результате проведённого обучения.

Множество воздействий игровой механики вознаграждения включало в себя возможность получения баллов за правильно выполненные задания, а также получение бэйджей за совокупность совершённых действий.

Количество баллов за выполнение заданий варьировалось в зависимости от номера попытки и соблюдения крайних сроков выполнения –

дедлайнов. Максимально возможное количество попыток выполнения заданий с автоматической проверкой было выбрано 3. При правильном ответе с первой попытки (при условии соблюдения дедлайнов), обучающийся мог получить от 10 до 15, при использовании последующих попыток количество баллов, получаемое успешное выполнения задания снижалось.

На рисунке 27 представлены правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний для случая ответа на задание не с первой попытки.

```
@rewardsAndPenalties @reduceByNumberOfAttempts @ID18
Scenario: ID=18. Penalties for attempt number. Less than max
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "correct" taskType = "test"
  And attemptNumber != "1"
  But attemptNumber less than maximum
  Then reduce points by "20" percent per each attempt

@rewardsAndPenalties @reduceByMaxNumberOfAttempts @ID19
Scenario: ID=19. Penalties for attempt number. Equals max
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "correct" taskType = "test"
  And attemptNumber != "1"
  And attemptNumber = maximum
  Then reduce points by "100" percent
```

Рисунок 27 – Правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний

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.

Правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний при нарушении крайних сроков выполнения заданий, а также при их соблюдении, используемые в рамках организации обучающего курса, приведены на рисунке 28:

```

Feature: Игровая механика поощрений/наказаний

@rewardsAndPenalties @softDeadlineMissed @ID15
Scenario: ID=15. Rewards without missing deadlines
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "correct" taskType = "test"
  And softDeadline not missed
  Then reward with max tasks' point

@rewardsAndPenalties @softDeadlineMissed @ID16
Scenario: ID=16. Penalties for missing soft deadlines
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "correct" taskType = "test"
  And softDeadline missed
  But hardDeadline not missed
  Then reduce points by "5" percent per each "day" of missing

@rewardsAndPenalties @hardDeadlineMissed @ID17
Scenario: ID=17. Penalties for missing hard deadlines
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "correct" taskType = "test"
  And hardDeadline missed
  Then reduce points by "100" percent

```

Рисунок 28 – Правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний

Механика вознаграждения предусматривала возможность получения бэйджей за:

- выполнение всех заданий модуля с первой попытки;
- завершение модуля;
- завершение курса.

Правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний для получения бэйджей за выполнение необходимых действий представлены на рисунке 29.

```

@rewardsAndPenalties @rewardBags @ID20
Scenario: ID=20. Reward by badge. Every task of module successful from first attempt
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" currentModuleStatus="finished"
  But currentCourseStatus != "finished"
  And user answered "correct" for each "task" of "module"
  And attemptNumber for each "task" = "1"
  Then sent badge with ID = "2513"

@rewardsAndPenalties @rewardBags @ID21
Scenario: ID=21. Reward by badge. Finished module
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" currentModuleStatus="finished"
  But currentCourseStatus != "finished"
  Then sent badge with ID = "2003"

@rewardsAndPenalties @rewardBags @ID22
Scenario: ID=22. Reward by badge. Finished course
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" currentModuleStatus="finished"
  And currentCourseStatus = "finished"
  Then sent badge with ID = "2815"

```

Рисунок 29 – Правила генерации воздействий игровой механики поощрений/наказаний

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. Правила генерации воздействий игровой механики подсказки представлены на рисунке 30.

```
Feature: Игровая механика подсказки

@hints @firstAttempt @ID34
Scenario: ID=34. Hint first unsuccessful attempt
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "incorrect" taskType = "test"
  And attemptNumber = "1"
  Then show hint type = "test" with level = "1"

@hints @secondAttempt @ID35
Scenario: ID=35. Hint second unsuccessful attempt
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "incorrect" taskType = "test"
  And attemptNumber = "2"
  Then show hint type = "test" with level = "2"

@hints @thirdAttempt @ID36
Scenario: ID=36. Hint third unsuccessful attempt
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" answered "incorrect" taskType = "test"
  And attemptNumber = "3"
  Then show hint type = "test" with level = "3"
```

Рисунок 30 – Правила генерации воздействий игровой механики подсказки

Реализация игровой механики напоминания заключалась в отправке уведомлений о напоминании невыполненного текущего задания на клиент пользователя либо по расписанию, либо через определенный интервал, в течение которого пользователь не осуществлял попыток выполнения. Правила генерации воздействий игровой механики напоминания представлены на рисунке 31.

```
Feature: Игровая механика напоминания

@reminders @progressTimeout @ID46
Scenario: ID=46. Reminders by progress timeout
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" currentTaskStatus = "notFinished"
  And progressTimeout more than "12" hours
  But scheduleSending = "False"
  Then submit reminder of not finished current task WEB = "True" APP = "True"

@reminders @schedule @ID47
Scenario: ID=47. Reminders by schedule
  When userType = "student" of the course = "Agile: Gr3" currentTaskStatus = "notFinished"
  And scheduleSending = "True" every "day" at "12:00"
  Then submit reminder of not finished current task WEB = "True" APP = "True"
```

Рисунок 31 – Правила генерации воздействий игровой механики напоминания

Результаты времени выполнения заданий модуля в зависимости от типа курса, а также мягкие и жёсткие дедлайны для заданий модулей представлены в таблице 8 и на рисунке 32.

Таблица 8 - Время выполнения заданий учебных модулей

Номер модуля	Мягкий дедлайн, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 1, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 2, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 3, кол-во дней	Жёсткий дедлайн, кол-во дней
1	3	3,46	2,2	2,09	5
2	3	3,73	3,5	3,2	5
3	5	6,36	5,1	5,2	7
4	5	6,27	4,2	3,82	7
5	5	6,09	4,3	4	7
Среднее время выполнения заданий курса	4,2	5,18	3,86	3,66	6,2

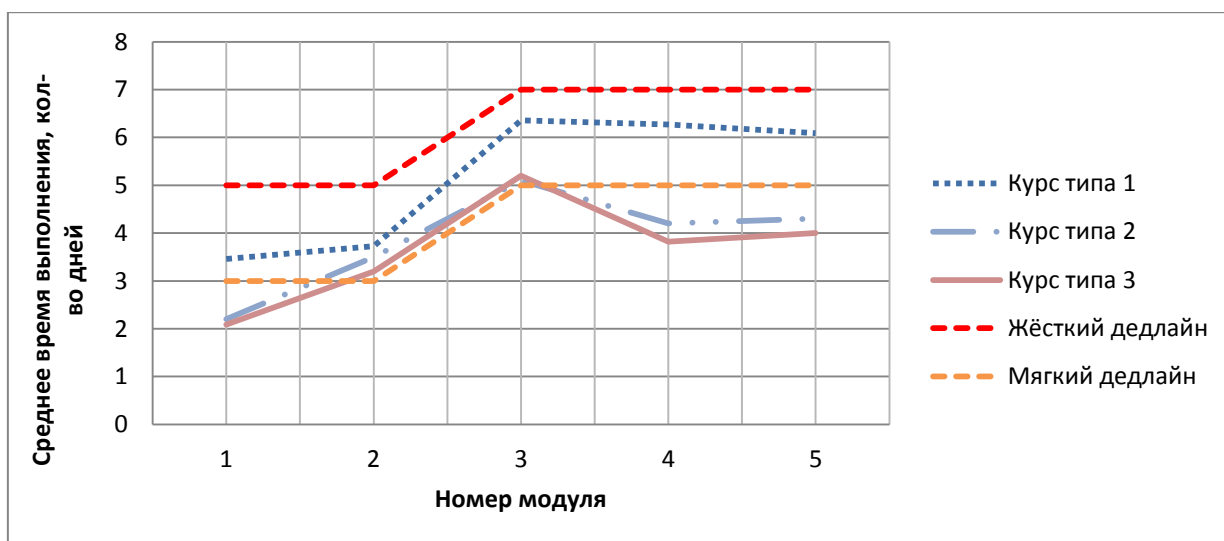


Рисунок 32 – График зависимости время выполнения заданий учебных модулей от типа курса

Исходя из анализа полученных результатов, можно заключить, что значения среднего времени выполнения заданий курса в случае применения игровых механик меньше на 25-29 % (в зависимости от типа курса) времени выполнения заданий в случае отсутствия элементов геймификации. Данный

факт объясняется имплементацией воздействия игровой механики вознаграждения, которая стимулирует стремление обучающихся получить максимальное количество баллов, соблюдая имеющиеся дедлайны.

Данные о процентном соотношении количества случаев нарушения мягкого и жёсткого дедлайна в зависимости от типа курса приведены в таблице 9. 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 декларируемого 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 процентах случаев, а нарушений сроков жёсткого дедлайна не было и вовсе.

Таблица 9 – Процентное соотношение случаев нарушения дедлайнов двух типов в зависимости типа курса

	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Нарушение мягкого дедлайна, %	54,55	20,00	12,73
Нарушение жёсткого дедлайна, %	20,00	0,00	0,00

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.

Анализ результатов показывает, что в среднем все три группы, проходившее обучение нарушили сроки мягкого дедлайна, а среднее значение времени выполнения данного модуля группы, проходившей курс без элементов геймификации, было близко к значению жёсткого дедлайна.

Данный факт свидетельствует о слишком большом объеме материалов данного модуля, который в последствии должен быть разбит на несколько.

Данные о количестве набранных баллов относительно максимально возможного, выраженных в процентах представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Процентное отношение количества набранных баллов к максимально возможным для курсов трёх типов

Номер модуля/Отношение количества набранных баллов к максимально возможному	Курс типа 1, %	Курс типа 2, %	Курс типа 3, %
1	77,45	88,20	89,82
2	72,91	86,00	89,82
3	64,81	81,29	85,71
4	79,09	88,57	88,57
5	76,09	90,00	92,09
За весь курс	74,12	87,06	89,39

Значения максимально возможного количества баллов за выполнение заданий варьировалось в зависимости от модуля курса.

Исходя из анализа полученных результатов, можно заключить, что среднее значение процентного отношения набранных баллов в рамках прохождения курса к максимально возможному количеству баллов в случае использования игровых механик выше на 17% значения данной метрики в случае прохождения курса без использования элементов геймификации. Разница же значений данных метрик курсов типа 2 и 3 незначительна и составляет порядка 2%.

Стоит заметить, что процент выполнения заданий модуля 3 данного обучающего курса был наиболее низким во всех трёх контрольных группах обучающихся. Данный факт подтверждает гипотезу о некорректном формировании материалов данного модуля, которые должны быть пересмотрены.

В качестве третьего базового критерия оценки эффективности применения разработанных решений был выбран показатель удержания. Обучающий курс был построен таким образом, что мягкий дедлайн

выполнения одного модуля предшествовал на день открытию нового модуля. Под словом день будем понимать сутки с момента времени 16.00. С учётом жёсткого дедлайна 7 дней относительно старта последнего модуля курса, состоящего из 5 модулей, максимальное время прохождения курса составило 23 дня. Правила расчёта метрики удержания N-го дня описаны в пункте 1.5 первой главы формулой 6. Данная метрика отражает информацию о том, какой процент пользователей от изначально зарегистрированных взаимодействовали с системой в день N. Результаты измерения данной характеристики отображены в таблице 11.

Таблица 11 - Значения метрики удержания N-го дня для курсов трёх типов

Номер дня N	Значение удержания N-го дня для курса типа 1, %	Значение удержания N-го дня для курса типа 2, %	Значение удержания N-го дня для курса типа 3, %
1	100	100	100
2	81,82	90	90,91
3	63,64	100	100
4	36,36	70	100
5	81,82	90	72,73
6	81,82	80	100
7	36,36	90	72,73
8	81,82	100	72,73
9	54,55	80	63,64
10	45,45	70	81,82
11	27,27	90	90,91
12	36,36	90	81,82
13	72,73	100	90,91
14	27,27	90	90,91
15	18,18	80	81,82
16	45,45	90	90,91
17	36,36	80	90,91
18	63,64	90	100
19	36,36	90	100
20	27,27	80	90,91
21	54,55	90	90,91
22	72,73	50	45,45
23	90,91	40	36,36
Среднее за курс	55,34	83,91	84,19

Оранжевым цветом выделены дни, соответствующие мягкому дедлайну сроков сдачи заданий модуля, красным – жёсткому. График изменения значения показателя удержания N-го дня с течением времени для групп, проходивших курс с применением игровых механик и без них представлен на рисунке 33.

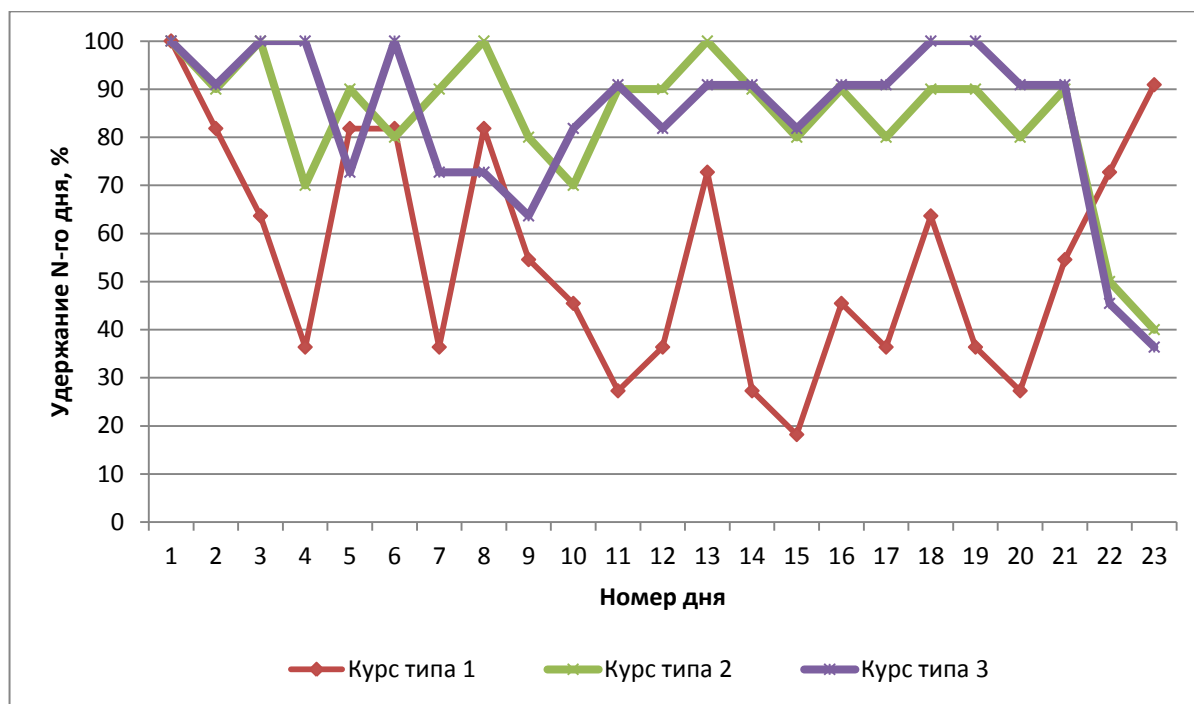


Рисунок 33– График изменения показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов

Анализируя график, можно заключить, что 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. Можно заметить, что значения показателя удержания в случае курсов типа 2 и 3 с течением времени изменяются не слишком сильно, в отличие от значений данной метрики курса 1, график которой изменяется скачкообразно.

Проводя анализ, сопоставляя даты дедлайнов, можно обнаружить, что пики графика зависимости показателя удержания от времени для курса без применения игровых механик в большинстве соответствуют дням, которые являются крайними сроками сдачи заданий модуля. Такой характер изменения кривой объясняется тем, что отсутствие механики

поощрения/наказания способствует тому, что обучающиеся курса типа 1 выполняли задания в последний момент, и как следствие чаще всего некачественно.

Пользователи же системы обучения групп курсов типа 2 и 3 в среднем изучали материал планомерно. Об этом также свидетельствует тот факт, что резкий всплеск значений показателя удержания для курса без использования элементов геймификации наблюдается отличие от значений данной метрики для курсов с применением игровых механик, которые в эти дни практически не взаимодействовали с системой, так как в своём большинстве уже закончили прохождение курса.

Для количественной оценки отклонений показателя удержания от его среднего значения вычислим значения среднеквадратических отклонений данной метрики для курсов трёх типов по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ret_i - Ret_{cp})^2}{n}} \quad (51)$$

где σ – среднеквадратическое отклонения показателя удержания;

n – количество дней наблюдения;

Ret_i – значение показателя удержания для конкретного дня;

Ret_{cp} - среднее значение показателя удержания за весь курс.

Значения среднеквадратического отклонения показателя удержания для курсов трёх типов приведены в таблице 12. Значение среднеквадратического отклонения показателя удержания в случае прохождения курса без применения игровых механик оказалось значительно выше и составляет порядка 43% от среднего значения данного показателя.

Так как в день начал курса все пользователи взаимодействовали с системой, а также по причине того, что в последние два дня наблюдался резкий всплеск значений показателя удержания в случае курса типа 1 и резкий спад для курсов типа 2 и 3, то для отображения более реальной

картины были вычислены значения аналогичных характеристик для дней со 2 по 21.

Таблица 12 – Значения статистических характеристик показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов за весь период

Характеристика	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Среднее за курс	55,34	83,91	84,19
Среднеквадратическое отклонение	23,88	15,00	17,17
Отношение среднеквадратического отклонения к среднему, %	43,16	17,87	20,39

Результаты вычисления значений характеристик приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Значения статистических характеристик показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов за период 2-21 дней

Характеристика	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Среднее за курс	55,34	83,91	84,19
Среднеквадратическое отклонение	21,16	8,65	10,75
Отношение среднеквадратического отклонения к среднему, %	38,25	10,30	12,76

Значение среднеквадратического отклонения показателя удержания за период со 2-го дня по 21-й составляет порядка 38% от среднего значения данной метрики в случае прохождения обучающего курса без применения игровых механик, а в случае их применения – 10-13%.

Данный факт действительно свидетельствует о том, что использования игровой механики поощрений/наказаний способствует постоянной планомерной работе по прохождению обучающего курса. Факт того, что значение показателя удержания для случаев прохождения курсов с применением элементов геймификации выше на 34% данного показателя для курса без и применения также подтверждает эффективность применения игровых механик.

Как можно было заметить, различия значений всех базовых метрик оценки эффективности между курсом 2 и 3 незначительны и находятся в пределах 5%. Однако, количество правильных ответов со второй попытке в случае применения игровой механики подсказки оказалось на 11% выше, чем в случае без её применения, а с третьей – на 16%.

Данный факт можно объяснить тем, что пользователю не приходилось покидать систему и пользоваться сторонними источниками. Вся дополнительная информация в виде подсказки предоставлялась ему в структурированном виде в терминах и обозначениях, принятых в ходе данного курса. Значение этого показателя свидетельствует о целесообразности применения игровой механики в рамках реализации обучающих курсов.

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 14.

Таблица 14 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных

<i>Характеристика</i>	<i>F_{эсп}</i>	<i>F_{кр}</i>
Среднее количество баллов	0,47	3,89
Среднее время прохождения курса	4,23	3,89
Средний показатель удержания	17,4	3,07

Так как 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.

4.2.2 Проведение эксперимента №2

Обучающий курс, представленный в эксперименте №2 «Обеспечение непрерывной интеграции с помощью TeamCity», также реализован на базе Moodle-подобной электронной транслирующей обучающей среды, кастомизированной с помощью имплементации предложенной информационной модели на основе стандарта xAPI, описанной в 2.4. Для формирования интерактивной реакции со стороны событийно-ориентированных игровых механик был использован метод организации автоматизированного управления генерацией их воздействий, предложенный и описанный в 2.4.

Воздействия событийно-ориентированных игровых механик рассматривались и проектировались согласно предложенному в 2.2 формальному подходу, основанному на производственных правилах отображения множества подмножеств событий на элементы воздействия игровых механик. Для мониторинга процесса прохождения обучающих курсов и выявления проблемных частей была апробирована модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе детерминированного конечного автомата, представленная в 2.3.

Состав обучающего курса «Обеспечение непрерывной интеграции с помощью TeamCity» был представлен следующим образом:

Модуль 1. Концепция CI/CD (12 заданий, 1 итоговое задание, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Понимание подхода непрерывной доставки продукта (Continuous delivery).

Непрерывная интеграция.

Пайплайн. Типы пайплайнов. Создание пайплайна. Инфраструктура как ограничивающий фактор. Использование облачных мощностей.

Автоматическое тестирование в рамках концепции CI/CD.

Лучшие практики CI/CD.

DevOps и SecOps для CI/CD.

Модуль 2. Установка и настройка TeamCity (8 заданий, 1 итоговое задание, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Установка TeamCity под операционные системы Ubuntu, Windows, Mac OS.

TeamCity Build агенты. Установка агентов под операционные системы Ubuntu, Windows, Mac OS.

Проекты в TeamCity. Создание проекта.

Модуль 3. Конфигурация TeamCity (10 заданий, 1 итоговое задание, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Построение конфигураций в TeamCity.

Шаги и артефакты сборки.

Параметризация сборок. Системные переменные.

Модуль 4. Интеграции и надстройки (15 заданий, 1 итоговое задание, мягкий дедлайн: 3 дня, жёсткий дедлайн: 5 дней)

Облачные агенты сборки в TeamCity.

Триггеры сборки.

Работа с Build Features в TeamCity.

Интеграция с системами контроля версий с помощью SSH.

Пользователи, группы, роли в TeamCity.

Настройка логгирования.

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.

Для реализации второго эксперимента сотрудники были поделены заново на три группы аналогичным образом, описанным в 4.2.1.случайным образом. Первая группа проходила обучающий курс без применения геймификации (курс типа 1), вторая – с применением игровых механик поощрения/наказания и подсказки (курс типа 2), третья - с применением игровых механик поощрения/наказания, а также сторителлинга и кооперации (курс типа 3).

Механики сторителлинга и кооперации нельзя отнести к событийно-ориентированным, поэтому они были реализованы внутри самого курса. Так же для курсов типа 2и 3 была внедрена игровая механика соревновательности, реализованная за счёт публикации лидербордов рейтингов обучающихся, проходящих курс данного типа. Сотрудники же, проходящие обучающий курс без применения игровых механик, не получали возможности доступа к таблицам рейтингов обучающихся своей группы. Количество участников, проходящих определенный тип курса, приведены в таблице 15.

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 количества баллов за выполнение совместного задания, а

количество набранных баллов зависело от выполнения части задания каждого из участников команды.

Таблица 15 - Распределение количества участников в соответствии с назначенным типом курса

Наличие игровых механик	Без использования игровых механик	Применение только событийно-ориентированных механик	Применение событийно-ориентированных механик + сторителлинг и кооперация
Количество участников	11	11	10

Обучающий курс состоял из четырех модулей, итоговые задания которых в случае курса типа 3 выполнялось в командах. С учетом крайних сроков выполнения заданий последнего модуля на прохождения обучающего курса отводилось 14 дней. Результаты среднего времени прохождения материалов и выполнений заданий модулей курса для всех типов курсов представлены в таблице 16 и на рисунке 27.

Таблица 16 - Время выполнения заданий учебных модулей

Номер модуля	Мягкий дедлайн, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 1, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 2, кол-во дней	Среднее время выполнения для курса типа 3, кол-во дней	Жёсткий дедлайн, кол-во дней
1	3	3,18	2,18	2,30	5
2	3	4,09	3,00	3,10	5
3	3	4,18	3,36	3,10	5
4	3	4,55	3,09	3,20	5
Среднее время выполнения заданий курса	3	4,00	2,91	2,93	5

Анализ полученных результатов показывает, что 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.

Данный факт, как и в случае первого эксперимента, можно объяснить тем, что игровая механика поощрений/наказаний, а в случае второго эксперимента также и механика соревновательности, побуждают обучающихся выполнять задания планомерно и не затягивая. Значение же данной характеристики для курсов типа 2 и 3 отличается незначительно: на величину, меньшую 4%.

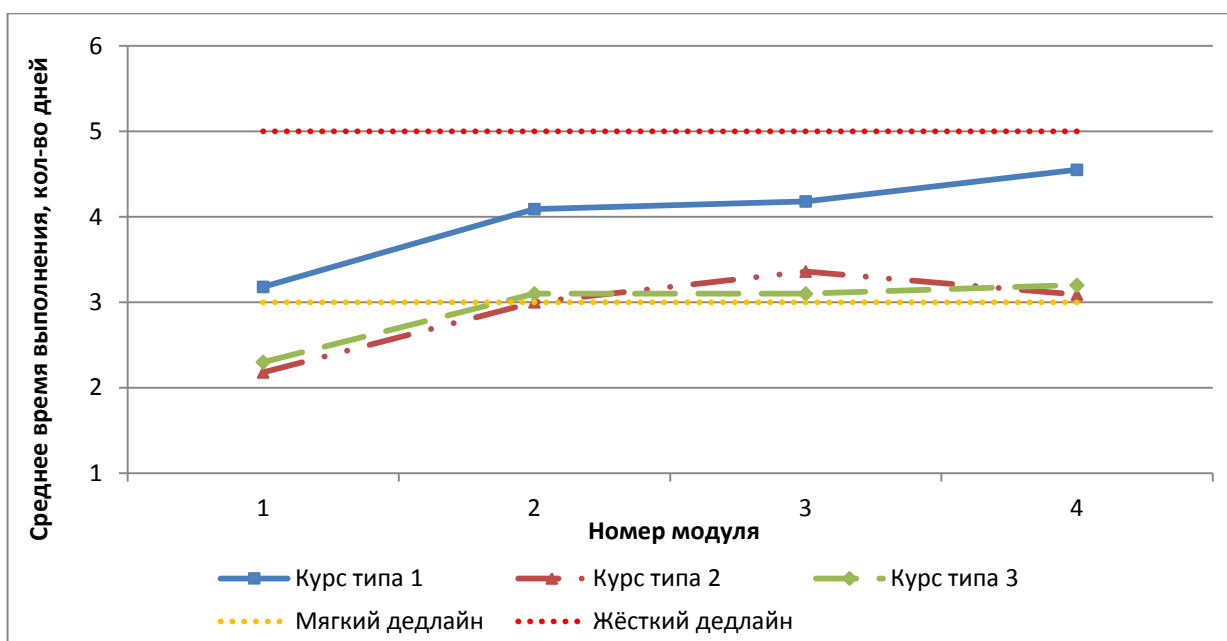


Рисунок 34 – График зависимости среднего время прохождения учебных модулей от номера модуля и типа курса

Анализ данных о количестве случаев несоблюдения крайних сроков двух типов выполнения учебных модулей подтверждает факт того, что при прохождении курса без применения элементов геймификации количество нарушений дедлайнов оказалось более чем в два раза выше по сравнению с количеством таких случаев при прохождении курсов с их применением.

Таблица 17 – Процентное соотношение случаев нарушения дедлайнов двух типов в зависимости от типа курса

	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Нарушение мягкого дедлайна, %	43,18	18,18	12,50
Нарушение жёсткого дедлайна, %	13,64	0,00	2,50

Стоит заметить, что общее количество случаев несоблюдения крайних сроков обоих типов во всех трёх контрольных группах обучающихся оказалось ниже, чем в случае проведения эксперимента №1. Данный факт можно объяснить тем, что в случае проведения второго эксперимента общая временная протяжённость курса была меньше, а также тем, что количество времени на выполнения заданий до дедлайнов также были меньше, за счёт более мелкого разбиения материалов курса. Это стимулировало обучающихся держать темп и не расслабляться.

Таблица 18 – Процентное отношение количества набранных баллов к максимально возможному для курсов трёх типов

Номер модуля/Отношение количества набранных баллов к максимально возможному	Курс типа 1, %	Курс типа 2, %	Курс типа 3, %
1	82,18	81,30	77,20
2	77,18	86,40	71,50
3	75,27	85,40	69,00
4	78,55	79,60	71,80
За весь курс	78,30	83,18	72,38

В таблице 18 приведены результаты о процентном соотношении набранных баллов к максимально возможным. Анализируя полученные данные, можно заключить, что, в отличие от результатов первого эксперимента, значения процентного соотношения набранных баллов разнятся не очень сильно для трёх типов курсов. Факт того, что значения данной характеристики в случае курса типа 3 оказалось ниже на 12%, чем

значение для курса типа 2 и на 5% ниже, чем для курса типа 1 можно объяснить использование игровой механики кооперация.

Результат выполнения командных заданий зависел от того, насколько качественно выполнит работу каждый из участников команды, и каждый из участников получал одинаковое количество баллов. Таким образом, недобросовестное выполнение некоторыми участниками своего задания приводит к понижению общей оценки группы. Предполагалось, что данная механика будет мотивировать каждого из обучающихся как можно качественнее выполнить свою часть работы, чтобы внести свой вклад в общий результат.

Данные, представленные в таблице 19, отражают долю в процентном соотношении от общего числа обучающихся группы конкретного типа курса, которые набрали количество баллов, превышающее 90% от максимального.

Таблица 19 – Доля обучающихся, набравших более 90% от максимального количества баллов

	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Модуль 1, %	11,36	13,64	2,50
Модуль 2, %	4,55	13,64	2,50
Модуль 3, %	9,09	15,91	2,50
Модуль 4, %	6,82	4,55	0,00
Среднее значение за весь курс, %	7,95	11,93	1,88

Анализ приведённых данных показывает, что действительно в случае прохождения курса с применением игровой механики кооперации количество обучающихся, набравших более 90% от максимального возможного количества баллов, составляет менее 2%, что в 6 раз меньше аналогичного показателя курса типа 2. Данный факт объясняется тем, что

недобросовестное выполнение своей части заданий нескольких участников команды не позволило достичь всем участникам команды в целом лучшего результата.

На основании данной ситуации нельзя заключить, что использование игровой механики кооперации неэффективно, но можно утверждать, что необходимо тщательно и аккуратно продумывать возможные негативные последствия её применения, оценивать риски и принимать решения о необходимости её внедрения в рамках реализации обучающего электронного курса. Данные о показателях метрики удержания N-го дня приведены в таблице 20 и на рисунке 28.

Таблица 20 - Значения метрики удержания N-го дня для курсов трёх типов

Номер дня N	Значение удержания N-го дня для курса типа 1, %	Значение удержания N-го дня для курса типа 2, %	Значение удержания N-го дня для курса типа 3, %
1	100	100	100
2	72,73	90,91	90
3	63,64	100	100
4	72,73	90,91	80
5	100	90,91	100
6	54,55	90,91	90
7	45,45	63,64	90
8	81,82	100	90
9	72,73	90,91	100
10	36,36	63,64	80
11	63,64	90,91	90
12	63,64	100	90
13	81,82	45,45	40
14	90,91	18,18	40
Среднее за курс	71,43	81,17	84,29

Из анализа полученных данных следует, что средний показатель 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. Динамика изменения значений показателя удержания N-го дня представлена графиком на рисунке 35.

Анализируя полученные результаты, можно заметить, что в случае прохождения курса без использования игровых механик, график зависимости значения показателя удержания от номера дня изменяется скачкообразно и достигает пиков в дни, соответствующие дням дедлайнов модулей. В случае же курсов с внедрением элементов геймификации, график функции зависимости изменяется более плавно.

Как и при анализе результатов прохождения обучающего курса в эксперименте №1, описанном в пункте 4.3.1, в последние дни возможности прохождения курса наблюдается резкий прирост значения показателя удержания для курса типа 1 и спад для курсов типа 2 и 3.

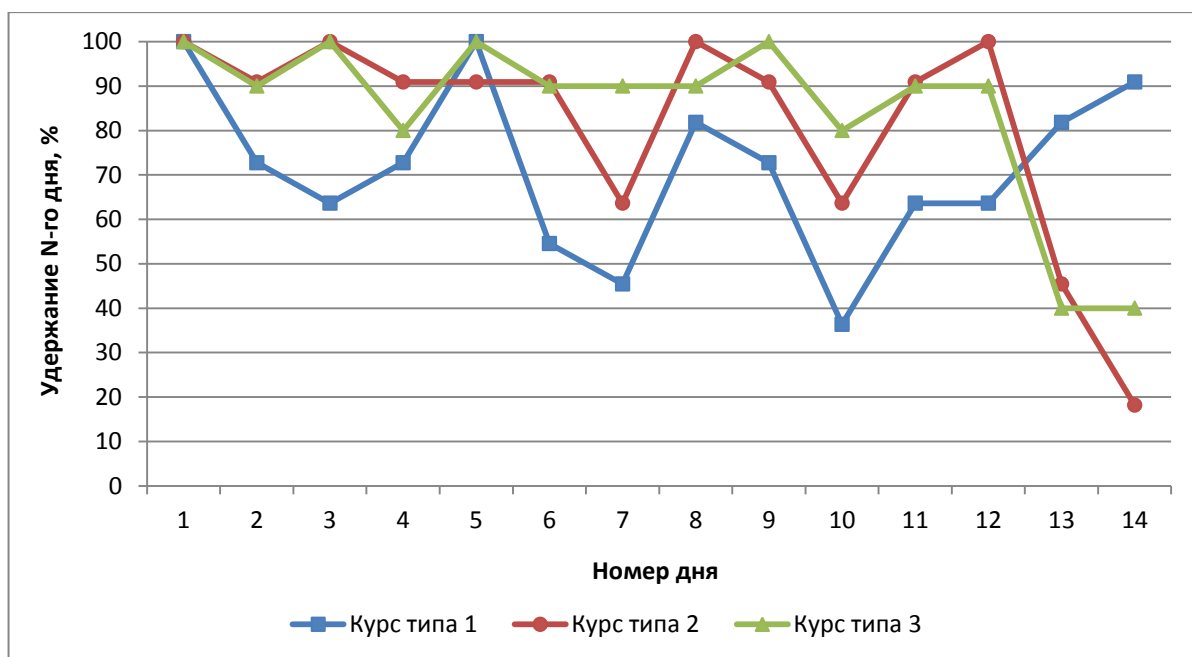


Рисунок 35 – График изменения показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов

Совокупность данных фактов свидетельствует об эффективности применения механики поощрения/наказания для мотивации к планомерному ежедневному прохождению курса и соблюдению крайних сроков завершения выполнения заданий. Убедимся в этом также, вычислив значения

среднеквадратичного отклонения и его долю от среднего показателя удержания за весь курс для всех трёх типов курсов. Результаты вычислений приведены в таблице 21.

Из данных, представленных в таблице видно, что отношение значений среднеквадратического отклонения и среднего значения показателя удержания для случая использования совокупности событийно-ориентированных игровых механик и механик кооперации и сторителлинга оказалось ниже всего и составило 23,6%.

Таблица 21 – Значения статистических характеристик показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов за весь период

Характеристика	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Среднее за курс	71,43	81,17	84,29
Среднеквадратическое отклонение	18,82	24,57	19,89
Отношение среднеквадратичного отклонения к среднему, %	26,35	30,27	23,60

В таблице 22 приведены значения аналогичных статистических характеристик показателя удержания для периода со 2-го по 12-й день с целью исключения из рассмотрения дней, соответствующих статистическим выбросам, причина которых описана выше.

Таблица 22 – Значения статистических характеристик показателя удержания N-го дня для курсов трёх типов за период 2-12 день

Характеристика	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3
Среднее за курс	71,43	81,17	84,29
Среднеквадратическое отклонение	17,29	12,91	7,01
Отношение среднеквадратичного отклонения к среднему, %	24,21	15,91	8,31

Значение отношения среднеквадратичного отклонения показателя удержания к среднему значению этого показателя курса типа 3 оказалось почти вдвое меньше аналогичной характеристики для курса типа 2 и почти втрое меньше, чем для курса типа 1. Данный факт можно объяснить эффективностью использования игровой механики сторителлинга, повышающей вовлечённость обучающихся.

Результаты проведённого однофакторного дисперсионного анализа данных по трём группам для уровня значимости $\alpha=0.05$ эксперимента №2, представленные в таблице 23, также показывают, что среднегрупповые значения оцениваемых характеристик отличаются значительно.

Таблица 23 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных

<i>Характеристика</i>	<i>F_{эсп}</i>	<i>F_{кр}</i>
Среднее время прохождения	6,04	4,26
Средний показатель удержания	4,1	3,23

Благодаря предложенному подходу к рассмотрению воздействий событийно-ориентированных игровых механик, описанному в 2.2, а также предложенному методу организации автоматизированного управления генерацией их воздействий, представленному в 2.4 и представлению продукционных правил генерации в библиотеках правил, время на подготовку правил генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик составило 2 человеко-часа из-за возможности переиспользования правил в различных обучающих курсах, в то время как на имплементацию правил генерации воздействий игровых механик кооперации и сторителлинга в общей сложности было потрачено порядка 38 человеко-часов.

4.2.3 Сравнение результатов двух экспериментов

Проведём сравнительный анализ полученных значений метрик для двух экспериментов с целью выработки рекомендаций по использованию разработанных решений и особенностям проведения учебных курсов в рамках реализации системы управления корпоративным электронным обучением.

Основными отличиями в подходах к реализации обучающих курсов являлись продолжительность курса и сроки дедлайнов. В случае второго эксперимента вся суммарная временная продолжительность курса была на 39% меньше продолжительности курса, описанного в эксперименте №1. Наступление сроков мягкого дедлайна в среднем за весь курс в случае эксперимента №2 происходило на 28,5% раньше, чем в случае эксперимента №1, а жёсткого дедлайна – на 19% раньше.

Данные о характеристиках среднего времени прохождения обучающих курсов в обоих экспериментах приведены в таблице 24, а данные о сравнении показателя частоты нарушений дедлайнов – в таблице 25.

Таблица 24 – Сравнение среднего времени прохождения обучающего курса для двух поставленных экспериментов

Номер эксперимента	Среднее значение времени мягкого дедлайна, кол-во дней	Среднее значение времени жёсткого дедлайна, кол-во дней	Среднее время выполнения для курсов всех типов, кол-во дней	Отклонение среднего времени всех типов курсов от мягкого дедлайна, %	Отклонение среднего времени всех типов курсов от жёсткого дедлайна, %
1	4,2	6,20	4,23	0,79	31,72
2	3	5,00	3,28	8,54	34,40

Анализируя приведённые данные, можно заключить, что отличия в реализации обучающих курсов практически не повлияли на показатели

среднего времени прохождения курса и показателя частоты нарушений дедлайнов.

В таблице 26 приведены данные о характеристиках, связанных с успешностью прохождения курсов в рамках проведения двух экспериментов.

Таблица 25 – Сравнение показателей нарушения дедлайнов при прохождении обучающего курса для двух поставленных экспериментов

Номер эксперимента	Характеристика	Курс типа 1	Курс типа 2	Курс типа 3	За весь курс
1	Нарушение мягкого дедлайна, %	54,55	20	12,73	29,38
	Нарушение жёсткого дедлайна, %	20	0	0	6,88
2	Нарушение мягкого дедлайна, %	43,18	18,18	12,5	25,00
	Нарушение жёсткого дедлайна, %	13,64	0	2,5	5,47

Таблица 26 – Сравнение показателей успешности прохождения курсов

Номер эксперимента	Среднее количество баллов за курс, балл	Доля набравших более 90% от максимально возможного количества баллов, %
1	83,52	43,75
2	77,95	28,68

Можно заметить, что, как среднее количество набранных за курс баллов, так и доля обучающихся, набравших количество баллов за курс, равное или более 90% от максимально возможного в случае реализации учебного курса в рамках проведения эксперимента №2 оказались ниже.

Разница показателей среднего количества набранных за курс баллов отличается незначительно – на 6%. Значения же показателей доли обучающихся, набравших более 90% баллов относительно максимально возможного количества разнятся на 34%.

Данный факт можно объяснить применением игровой механики кооперации в рамках реализации курса при проведения второго эксперимента, которая оказала негативное влияние на общее количество пользователей, превысивших планку в 90% от максимально возможного количества набранных баллов. Утверждать, что разница в подходах к организации учебных курсов при проведении двух экспериментов повлияла на успешность прохождения курсов не представляется возможным.

В таблице 27 приведены данные относительно характеристик показателя удержания для обучающихся курсов обоих экспериментов.

Таблица 27 – Сравнение показателей удержания

	Эксперимент №1	Эксперимент №2
Среднее удержание за весь курс	74,48	78,96
Среднеквадратическое отклонение показателя удержания	23,21	21,44
Отношение среднеквадратичного отклонения к среднему, %	31,16	27,16
Среднеквадратическое отклонение показателя удержания без выбросов	22,66	17,00
Отношение среднеквадратичного отклонения к среднему	30,19	20,78

Анализируя данные, видно, что значения среднего показателя удержания для всех типов курса, а также значения среднеквадратического отклонения показателя удержания за весь период прохождения курса между двумя экспериментами отличаются незначительно – порядка 5-7%. В свою очередь, значения аналогичных характеристик за период без учёта первого дня и двух последних, отличаются на 13% и 25% соответственно.

А значения отношений среднеквадратических отклонений к средним значения показателя удержания N-го дня для обучающих курсов двух экспериментов разнятся на более, чем 30%. Данный факт объясняется тем, что в случае проведения эксперимента №2, обучающий курс был реализован таким образом, что наступление сроков мягкого дедлайна в среднем за весь курс происходило на 28,5% раньше для мягкого и на 19% раньше для жёсткого.

Такой подход позволяет держать обучающихся в тонусе и мотивирует выполнять действия по прохождению курса планомерно и постоянно.

4.2.4 Оценка эффективности проведенных курсов на основе модели Киркпатрика

В рамках оценки эффективности проведённого обучения и анализа влияния применения решений, разработанных в ходе проведения данного исследования, была проведена оценка в соответствии с четырехуровневой моделью Киркпатрика.

Для оценки достижения результатов первого уровня был разработан лист реагирования, позволяющий определить эмоциональную оценку обучающимися курса, который они прошли. Лист реагирования включает 15 вопросов с закрытым и открытыми вариантами вопросов и заполнялся сотрудниками в электронном виде.

Анализ ответов опросника листа реагирования показывает, что в целом все контрольные группы обоих обучающих курсов в большей степени удовлетворены процессом обучения. Например, ответы на один из вопросов

показывает, что 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. Этот факт свидетельствует о более значительном уровне вовлечённости в процесс обучения.

Это подтверждается и анализом ответов на вопрос о желании пройти учебный курс быстрее и лучше других и фактом того, что в случаях использования игровых механик в рамках реализации курса среднее значение времени прохождения курса оказалось на 27% ниже и среднее значение удержания N-го дня за весь период обучения выше на 34%, чем в случае прохождения курсов без внедрения геймификации согласно предложенных в ходе исследования моделей и метода генерации воздействий игровых механик.

Среднее значение баллов оценки общего впечатления от прохождения учебного курса в случае варианта курса с использованием игровых механик оказалось выше на 23% выше по сравнению с вариантом курсов без их внедрения. Участники геймифицированных курсов также отмечали в ответах на вопрос с открытым ответом факт наличия интерактивного взаимодействия с LMS посредством генерации воздействий игровых механик как одну из понравившихся особенностей реализации курса.

Можно утверждать, что первый уровень по Киркпатрику был достигнут для всех контрольных групп, однако в случае обучающих курсов с внедрением геймификации на основе разработанных моделей и метода генерации воздействий, такой курс вызвал более положительную реакцию обучающихся и повысил их лояльность.

Оценить достижение второго уровня согласно модели Киркпатрика – знаниевый, можно с помощью данных об отношении набранных баллов к максимально возможным. Как было описано в пунктах 4.2.1 и 4.2.2, средние значения этих показателей варьировались от 74% до 90%, что является хорошим показателем, так как среднее значение достижения данного уровня составляет порядка 60%-70%. Так же было показано, что показатели средних значений отношения набранных баллов к максимально возможному в случае использования элементов геймификации на основе предложенных моделей и метода генерации воздействий при реализации курса, на 13% -17% оказались выше, чем в случае их отсутствия. Однако, проведение однофакторного дисперсионного анализа показало, что данный факт скорее носит случайный характер, поэтому в данном случае можно утверждать, что оценка согласно второму уровню модели Киркпатрика, в случае использования игровых механик по крайней мере не хуже, чем в случае курса без их использования.

Для оценки достижения третьего уровня – деятельностного, был проведён мониторинг действий сотрудников, опрос в виде интервью. Основной предпосылкой к организации проведения корпоративного обучающего курса «Методология гибкой разработки: Agile», реализация которого описана в пункте 4.2.1, было массовое отхождение от положений манифеста SCRUM разработки, что влекло за собой постоянные превышения временных лимитов на мероприятия, предписанные методологией, низкую эффективность проведения этих мероприятий, что в конечном итоге приводило к сдвиганию сроков релизов, значительному количеству внесению оперативных изменений после публикации релизов.

Проведённые опрос и интервью сотрудников с различными ролями показали, что 95% опрошенных считают, что процесс разработки стал для них более комфортен и прозрачен. Проведённый мониторинг показал, что 87% сотрудников, прошедших обучение, применяют на практике полученные в ходе данного обучающего курса знания и навыки. Анализ же 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 объясняется повышенной вовлечённостью в процесс обучения и более качественным освоением знаний и навыков.

Предпосылкой же организации проведения корпоративного обучающего курса «Обеспечение непрерывной интеграции с помощью TeamCity», описание реализации которого представлено в пункте 4.2.2, был факт того, что в среднем только 15% участников продуктовых команд разработки имеют навыки настройки и использования данного инструмента, что зачастую тормозит процесс разработки и является «узким местом» в процессе подготовки, тестирования и отгрузки релизов. В результате проведения данного обучающего курса на основе мониторинга действий сотрудников, выполняемых в TeamCity было установлено, что данный показатель был увеличен до 75% от всех участников команды. Однако, анализ в разрезе привязки к типам обучающего курса показал, что 92% от всех участников продуктовых команд, у кого подобные навыки не появились после проведённого обучения, были прошедшими обучающий курс без внедрения геймификации согласно предложенным и описанным во второй главе моделям и методу генерации воздействий игровых механик. Таким образом, можно утверждать, что и третий уровень модели Киркпатрика был достигнут успешно, но в случае прохождения обучающих курсов с применением игровых механик, на основе предложенных в ходе исследования решений, данный показатель оказался выше.

Основными показателями четвертого уровня выбранной модели оценки эффективности проведения корпоративных обучающих курсов являются непосредственно те, которые были выделены как проблематичные и послужили предпосылками к организации корпоративного обучения. Вследствие проведённого обучения за промежуток времени в 5 месяцев в

рамках работы четырёх продуктовых команд было установлено всего два случая переноса даты релизов на более поздний срок, что на 15% ниже, чем в среднем до проведения обучающих курсов за аналогичный промежуток времени.

Значение среднего времени выгрузки релизов разрабатываемого программного обеспечения сократилось на 7%, показатель количества совершаемых срочных исправлений (хотфиксов) после выпуска релизов сократился на 17%. Данные факты свидетельствуют об успешном достижении четвёртого уровня оценки эффективности проведения обучающих курсов по Киркпатрику.

4.2.5 Общие рекомендации по использованию разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик

Предложенный метод позволяет гибко расширять набор используемых игровых механик. Однако, стоит обращать внимание на структуру и количество создаваемых правил продукции событий и воздействий игровых механик. Для разделения логических уровней рекомендуется хранить отдельные библиотеки правил генерации событий на основе действий и системных событий и правил генерации воздействий игровых механик на основе анализируемых событий. Рекомендуется использовать tag names для правил, реализующих функционирование одной игровой механики, а так же по возможности использовать ID, отличающиеся на единицу. Для обеспечения прозрачности и простоты отладки и управления правилами не рекомендуется использовать более двух операндов условной части продукции. Так же рекомендуется использовать не более трёх продуцируемых результатов в одном правиле.

В ходе проведения исследования, было установлено, что использование более пяти различных игровых механик в рамках реализации процесса проведения корпоративного обучения нецелесообразно, так как перегружает процесс обучения и отвлекает от основного обучающего контента.

Рекомендуется использовать мобильное приложение LMS в качестве одного из клиентов, что позволяет эффективнее реализовывать некоторые из воздействий игровых механик. Например, механика напоминаний, реализованная с помощью PUSH-уведомлений мобильного приложения, а также обеспечить более высокий уровень вовлечённости благодаря возможности доступа к обучающему контенту из любого места.

Разработанный метод ориентирован на системы управления обучением, соответствующие спецификации xAPI. Использование системы на основе спецификации SCORM допустимо, однако, значительным образом сужает возможности генерации воздействия игровых механик по причине недостаточного количества данных, получаемых о действиях пользователя в системе. Так же использование SCORM-ориентированных LMS делает невозможным в полной мере обеспечение смешанной модели проведения обучения и использование мобильных технологий. Использование стандарта CMI так же допустимо, но из-за ограничений словаря verb, описывающего действия пользователя в ходе обучения, в значительной мере уменьшается гибкость составления продукционных правил генерации событий и воздействий игровых механик.

Выводы по главе 4

С целью оценки эффективности применения разработанных решений и их апробации были проведены два эксперимента, в ходе которых были подготовлены два электронных обучающих курса. Курсы были реализованы на базе Moodle-подобной электронной транслирующей обучающей среды, кастомизированной с помощью имплементации предложенной информационной модели на основе стандарта xAPI, описанной в 2.4. Для формирования интерактивной реакции со стороны игровых механик был использован метод организации автоматизированного управления генерацией их воздействий, предложенный и описанный в 2.4. Воздействия же событийно-ориентированных игровых механик рассматривались и

проектировались согласно предложенному в 2.2 формальному подходу, основанному на производственных правилах отображения множества подмножеств событий на элементы воздействия игровых механик. Для мониторинга процесса прохождения обучающих курсов и выявления проблемных частей была апробирована модель процесса прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик на основе детерминированного конечного автомата, представленная в 2.3. Для выбора набора используемых игровых механик в случаях курсов типа 2 и 3 в первом случае и курса типа 2 во втором была использована модель, предложенная и описанная в 2.5, на основе постановки задачи многокритериальной оптимизации относительно достижения четырёх уровней модели оценки эффективности Киркпатрика.

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 рамках проведения эксперимента №1 обучающий электронный курс «Методология гибкой разработки: Agile» был реализован в трёх вариантах:

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

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. Данный факт объясняется имплементацией воздействия игровой механики вознаграждения, которая стимулирует

стремление обучающихся получить максимальное количество баллов, соблюдая имеющиеся дедлайны.

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 декларируемого 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 случае прохождения курсов с применением элементов геймификации согласно разработанному в ходе исследования моделям и методу генерации воздействий игровых механик, в среднем значение показателя удержания N-го дня выше, чем в случае прохождения курса без внедрения игровых механик. 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%. Данный факт действительно свидетельствует о том, что использования игровой

механики поощрений/наказаний способствует постоянной планомерной работе по прохождению обучающего курса.

Количество 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.

Согласно анализу результатов проведённого мониторинга, 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.

В рамках проведения эксперимента №2 электронный обучающий курс «Обеспечение непрерывной интеграции с помощью TeamCity» также был реализован в трёх вариантах:

1. Без использования игровых механик (курс типа 1).
2. С использованием механики вознаграждения и подсказки (курс типа 2).
3. С использованием механики вознаграждения и механики подсказок + механики кооперации и сторителлинга (курс типа 3).

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.

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. Также при прохождении курса без применения элементов геймификации количество нарушений дедлайнов оказалось более чем в два раза выше по сравнению с количеством таких случаев при прохождении курсов с их применением

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.

Отношение значений среднеквадратического отклонения и среднего значения показателя удержания для случая использования совокупности событийно-ориентированных игровых механик и механик кооперации и сторителлинга оказалось ниже всего и составило 23,6%. Значение отношения среднеквадратического отклонения показателя удержания к среднему значению этого показателя курса типа 3 оказалось почти вдвое меньше аналогичной характеристики для курса типа 2 и почти втрое меньше, чем для курса типа 1. Данный факт можно объяснить эффективностью использования игровой механики сторителлинга, повышающей вовлечённость обучающихся.

Можно заключить, что применение событийно-ориентированных механик в рамках реализации корпоративных электронных обучающих курсов показывает свою эффективность. Использование механики сторителлинга также демонстрирует позитивное влияние на показатель удержания, отражающий вовлечённость обучающихся в процесс. Внедрение же игровой механики кооперации требует предварительной оценки целесообразности её использования, так как может приводить к негативному влиянию на показатели успешности прохождения курса отдельных обучающихся.

Следует отметить, что время, затрачиваемое на подготовку правил генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик для реализации обучающего курса во втором эксперименте было минимальным за счёт переиспользования имеющихся шаблонов для различных игровых механик. Реализация же механики сторителлинга заняла значительное время в ходе придумывания сюжетной линии, разработки дизайна и проектирования новых элементов пользовательского интерфейса. Внедрение механики кооперации также заняло значительное время по причине необходимости внесения изменений в логику обработки данных и правил оценивания результатов. Таким образом, реализация системного подхода к формированию воздействий событийно-ориентированных игровых механик, предложенного в ходе проведения диссертационного исследования, позволяет более гибко управлять ими, а также позволяет минимизировать время настройки для переиспользования набора правил, в отличие от таких механик как, например, механика кооперации и сторителлинга.

Оценка эффективности согласно модели Киркпатрика показала, что все уровни модели были успешно достигнуты. Факты того, что значение среднего времени выгрузки релизов разрабатываемого программного обеспечения сократилось на 7%, показатель количества совершаемых срочных исправлений (хотфиксов) после выпуска релизов сократился на 17% свидетельствуют о достижении четвертого уровня модели, а именно улучшению бизнес-показателей вследствие проведённого обучения.

Заключение

В рамках проведенного диссертационного исследования проанализированы существующие проблемы реализации процесса корпоративного обучения, проведён анализ специфики данной предметной области.

Проведённый анализ существующих решений применения игровых механик в рамках организации корпоративных систем обучения показал, что большинство таких решений представляют собой геймифицированные приложения с элементами обучения. Такой подход не позволяет переиспользовать в полной мере результаты предыдущих приложений и становится весьма затратным. Решения же, применяющие элементы геймификации в рамках реализации обучения, не обладают системным унифицированным подходом к построению таких систем.

В ходе выполнения исследования была предложена 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. Так же предложен подход к генерации воздействий событийно-ориентированных игровых механик на основе библиотек продукционных правил отображения подмножеств множества возможных действий пользователя на элементы множества воздействий с помощью продукционных правил, позволяющий реализовать метод автоматической генерации воздействия событийно-ориентированных игровых механик.

Разработана информационная модель электронной транслирующей обучающей среды с применением игровых механик, на основе которой реализована информационная система управления электронным корпоративным обучением, поддерживающая стандарт xAPI.

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.

Разработана модель реализации оценки на основе имплементации игровой механики предписания, а также формализована задача подбора кандидата на конкретную роль с учётом применения игровых механик.

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.

На основе предложенных моделей разработан и апробирован метод организации автоматизированной генерации воздействий игровых механик в рамках обеспечения прохождения обучающего курса, доказавший свою эффективность.

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 использованных источников

1. Баканова А., Шиков А.Н., Логинов К.В., Окулов С.А., Чунаев А.В. Применение игровых механик в системах корпоративного обучения с использованием модели смешанного обучения // Информатика и образование - 2018. - № 5(294). - С. 45
2. Aris Apostolopoulos. The 2019 Gamification at Work [Электронный ресурс]. – URL: Survey<https://www.talentlms.com/blog/gamification-survey-results/>
3. Велединская С. Б., Дорофеева М. Ю. Смешанное обучение: технология проектирования учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. 2015. Т. 2. № 43.
4. Allen E., Seaman J. Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States. Babson Survey Research Group and Quahog Research Group, LLC, 2013.
5. Тренды в e-learning в 2017 году (по материалам вебинара eLearning ON AIR) [Электронный ресурс]. – URL: <http://e-lpro.blogspot.ru/2016/12/e-learning-2017>.
6. Использование смешанного обучения для подготовки сотрудников в Банке ВТБ // Компания WebSoft — дистанционное обучение, e-learning, оценка персонала, электронные курсы, вебинары. <http://websoft.ru/db/wb/DDCAB8961FFEA15744257B4E003BE8E9/doc.html>
7. Dale E. Audio-Visual Methods in Teaching. 3rd Ed. New York: Holt, Rinehart & Winston; 1969:p.108.
8. Варенина Л.П. Геймификация в образовании.// Историческая и социально- образовательная мысль. Том 6, № 6, Часть 2, 2014. - С. 314-317.
9. M. Stefanel, U. Goyal. Gamification of Financial Services: Current Trends and Future Possibilities. [Электронный ресурс]. – URL: https://apis.pe/downloads/apis_gamification_report_v5.pdf

10. C. Edlund. From Fun to Functional: Using Gamification to Win in Banking [Электронный ресурс]. – URL: http://www.emiboston.com/wp-content/uploads/2012/03/From-Fun-to-Functional_Using-Gamification-to-Win-in-Banking.pdf
11. Мартынова А. Геймификация как новый тренд в оценке и обучении персонала. [Электронный ресурс]. – URL: http://clubidea.ru/userfiles/files/_Геймификация.pdf
12. Коробкова Т.В. Геймифицированная коммуникация как способ актуализации диалога // MASTER`S JOURNAL, #2, Tomsk, -2016.
13. Быкова Е.В. , Таранова Ю.В. Геймификация как pr-тренд в бизнес-коммуникации // Стратегические коммуникации в бизнесе и политике. Материалы международной научной конференции. №2, Санкт-Петербург, -2016.
14. Кибанов А. Я., Баткаева И. А., Митрофанова Е. А., Ловчева М. В. Мотивация и стимулирование персонала. М.: Инфра-М, 2009.
15. Dineen, B.R., Soltis, S.M.: Recruitment: a review of research and emerging directions. In: APA Handbook of Industrial and Organizational Psychology, Selecting and Developing Members for the Organization, vol. 2, pp. 43 – 66. American Psychological Association, Washington, DC (2011).
16. L'Oreal wins award for attracting graduate job hunters [Электронный ресурс] URL: <http://www.gradplus.com/graduate-news/l-oreal-wins-award-for-attracting-graduate-job-hunters-800211822.aspx> (Дата обращения: 27.05.2019).
17. Joy, Manu & Assistant, Joy. (2017). An investigation into gamification as a tool for enhancing recruitment process. Ideal Research. 3.
18. Sébastien Vivier Expérimentation. Facteur Academy. 2013 [<http://ww2.ac-poitiers.fr/ecolgt/spip.php?article320>]
19. Multipoly by PwC [Электронный ресурс] URL: <http://www.multipoly.hu/> (Дата обращения: 27.05.2019).

- 20.PWC success story - Gamification in recruitment - Manu Melwin Joy
[Электронный ресурс] URL:<https://www.slideshare.net/manumelwin/pwc-success-story-gamification-in-recruitment-manu-melwin-joy> (Дата обращения: 25.05.2019).
- 21.Дынкина Е. Д. Геймификация, как новый тренд в обучении персонала // Бизнес-образование в экономике знаний. 2016. №3 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-novyy-trend-v-obuchenii-personala> (Дата обращения: 25.05.2019).
- 22.Кобцева М.И. Использование современных инновационных технологий в процессе управления трудовой адаптацией персонала// «Экономика и социум» - 2017.- №2(33). С. 22
- 23.Наумов К. Геймификация для персонала: Встреча нового сотрудника как увлекательный квест / vc.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://vc.ru/flood/9697-gamification-article> (Дата обращения: 25.05.2019).
- 24.V. Campbell, W. Hirsh Talent Management System: A Four Step Approach [Электронный ресурс] URL:<https://www.employment-studies.co.uk/system/files/resources/files/502.pdf> (дата обращения: 28.05.2019).
- 25.Михмель А. Геймификация в адаптации / Записи конференции года: MarHR В-day Conference [Электронный ресурс]. – URL: <https://marhr.ru/geymifikaciya-v-adaptacii> (Дата обращения: 25.05.2019).
- 26.Le Serious Game dans le management [Электронный ресурс]. – URL:<https://lesseriousgames.wordpress.com/le-serious-game-dans-le-management> (Дата обращения: 27.05.2019).
- 27.Brenda Enders GAMIFICATION,GAMES, AND LEARNING: What Managers and Practitioners Need to Know [Электронный ресурс]. – URL:http://dharmamonk.files.wordpress.com/2014/01/guildresearch_gamification2013.pdf (Дата обращения: 27.05.2019).

28. Go To Jupiter: E-learning Game for Employees [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.alittleb.it/game-based-marketing/go-to-jupiter-e-learning-game-for-employees/> (Дата обращения: 25.05.2019).
29. J.C. Meister. How Deloitte Made Learning a Game. [Электронный ресурс]. – URL: <https://hbr.org/2013/01/how-deloitte-made-learning-a-g/> (Дата обращения: 27.05.2019).
30. Ron Kohav, Stefan Thomke. The Surprising Power of Online Experiments. [Электронный ресурс]. <https://hbr.org/2017/09/the-surprising-power-of-online-experiments> (Дата обращения: 27.03.2020).
31. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Е51 Общая теория статистики: Учебник /Под ред. И.И. Елисеевой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 151 с.
32. Ways To Measure User Retention. <https://amplitude.com/blog/2016/08/11/3-ways-measure-user-retention/>. (Доступ: 04.05.2018).
33. Thomas Debeauvais, Bonnie Nardi, Diane J Schiano, Nicolas Ducheneaut, and Nicholas Yee. “If you build it they might stay: Retention mechanisms in World of Warcraft”. In: Proceedings of the 6th international conference on foundations of digital games. ACM. 2011, pp. 180–187.
34. Josh Bersin, “Becoming irresistible: A new model for employee engagement,” *Deloitte Review*, Deloitte University Press, January 2015, <http://dupress.com/articles/employee-engagement-strategies>
35. Bloom, B. S., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *The Taxonomy of educational objectives, handbook I: The Cognitive domain*. New York: David McKay Co., Inc.
36. Zachoval, Libor & O'broin, Daire & Cawley, Oisin. (2019). Leveraging xAPI in a Corporate e-Learning Environment to Facilitate the Tracking, Modelling, and Predictive Analysis of Learner Behaviour.
37. Streicher, Alexander & Bach, Lukas & Roller, Wolfgang. (2019). Usage Simulation and Testing with xAPI for Adaptive E-Learning. 10.1007/978-3-030-29736-7_68.

38. Berg, Alan & Scheffel, Maren & Drachsler, Hendrik & Ternier, Stefaan & Specht, Marcus. (2016). The dutch xAPI experience. 544-545. 10.1145/2883851.2883968.
39. The Comprehensive Moodle Learning Management System (LMS) Guide [Электронный ресурс] URL: <https://ethinkeducation.com/what-is-moodle-guide> (дата обращения 20.05.2020)
40. Slaninova K, Martinovc J, Drazdilova P, Snasel V.: From Moodle log file to the students network. In: Herrero A. et al. (eds.) Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 239, pp. 641-650. Springer, Heidelberg (2014).
41. Спецификация Experience API. Версия 1.0.1 / Перевод с английского А.Д. Копилов, А.В. Лямин – СПб: Университет ИТМО, 2015., с18-19.
42. Лобанова Т.Н. 2015. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. М.: Юрайт.
43. Katie Salen, Eric Zimmerman Rules of Play: Game Design Fundamentals – MIT Press, 2004 – 128 с.
44. Malone, T.W. & Lepper, M.R. Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In R.E. Snow and M.J. Farr (Eds.) // Aptitude, Learning and Instruction III: Conative and Affective Process Analyses. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1987.
45. Ребров А.В. 2016. Мотивация и оплата труда. Современные модели и технологии. М.: ИНФРА-М.
46. Blessing White Research. 2013. Employee Engagement: Beyond the Numbers. A Practical Approach for Individuals, Managers and Executives. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.blessingwhite.com> (дата обращения 19.05.2020)
47. Log storage: Logstore xAPI [Электронный ресурс]. URL: https://moodle.org/plugins/logstore_xapi (дата обращения 20.04.2020)

48. Configuring learning locker [Электронный ресурс].URL: <http://docs.learninglocker.net/guides-configuring/> (дата обращения 20.04.2020)
49. Deterding S., Dixon D., O’Hara K., Sicart M., Nacke L. 2011b. Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts. CHI 2011 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, May 7–12; Vancouver: BC, Canada; 2425–2428.
50. 7 примеров успешной геймификации для вовлечения и мотивации сотрудников. [Электронный ресурс].URL: <https://rb.ru/opinion/gamification-cases/> (дата обращения 05.04.2020)
51. The World's Top 50 Companies. [Электронный ресурс].URL: <https://www.relbanks.com/rankings/worlds-largest-companies> (дата обращения 05.05.2020)
52. Аванесян, Л.А. (2014). Геймификация как инструмент корпоративной культуры. Электронный вестник Ростовского социально-экономического института, (2), 112-117.
53. Геймификация - эффективный инструмент нематериальной мотивации персонала — Режим доступа: <https://www.hr-director.ru/geymifikatsiya> (дата обращения 19.05.2020).
54. Геймификация и RTM в Тинькофф Банке [Электронный ресурс].URL: <http://files.runet-id.com/2015/pm-moscow/presentations/7oct.pm15--yamanov.pdf> (дата обращения 05.04.2020)
55. Курманова Д. А. Финансовые технологии на розничном рынке банковских услуг [Электронный ресурс].URL: <http://vmu-ugntu.ru/index.php/bul/article/viewFile/9762/25358> (дата обращения 05.04.2020)
56. Применение геймификации на этапе подбора [Электронный ресурс].URL: <https://hrliga.com/index.php?module=news&op=view&id=20119> (дата обращения 06.04.2020)

57. Маркеева А.В. Геймификация как инструмент управления персоналом современной организации // Российское предпринимательство. – 2015. – Том 16. – № 12. – С. 1923-1936. – doi: [10.18334/rp.16.12.390](https://doi.org/10.18334/rp.16.12.390)
58. Геймификация – новый тренд интернет маркетинга [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/67759924-Geymifikaciya-novyy-trend-internet-marketinga.html> (дата обращения 06.04.2020)
59. Любко, Е.О. (2015). Геймификация шаг за шагом: инструкция по применению. Управление человеческим потенциалом, (1), 2-7.
60. The Role of Gamification in Corporate Training [Электронный ресурс]. URL: <https://raccoongang.com/blog/role-gamification-corporate-training/> (дата обращения 10.04.2020)
61. Yapp, Aloysius. (2017). Game Based Study: Gamification. Corporate. Suism. SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.3162635.
62. Kilpelyaynen, Evgenia. (2017). Gamification in corporate education: russian practice. 10.5593/sgemsocial2017/35/S13.028.
63. Costa, Carlos. (2019). Gamification. 10.21428/b3658bca.8ffccebf.
64. Аврех Г.Л., Федоренко Н.П., Щукин Е.П. Затраты и результаты: беседы об экономике. М.: Наука, 1990. , с. 21
65. Борисов А.Б. Большой экономический словарь. М.: Книжный мир, 2006. С. 543
66. Насакина Л.А. Новые подходы к оценке хозяйственной деятельности в условиях развития рыночных отношений // Вестник НГИЭИ. 2015. № 3. С. 71
67. Шашина О.Ю. Исследование современных подходов к содержательной стороне экономической категории «эффективность» // Транспортное дело России. 2014. № 5. С. 166.
68. Гиг Дж. Ван. Прикладная общая теория системы: пер. с англ. кн. 2. — М. : Мир, с. 361
69. Колодийчук В.А., Колодийчук И.А. Социально-экономические аспекты категории эффективности // Universum: экономика и юриспруденция.

[URL:http://7universum.com/pdf/economy/2\(13\)/Kolodiychuk.pdf](http://7universum.com/pdf/economy/2(13)/Kolodiychuk.pdf)

- 70.Е.А. Штелеб, О.Б. Вечерковская. К вопросу о понятии «Эффективность» / Экономический анализ: теория и практика, 2017, т. 16, вып. 5, стр. 935–947
- 71.Phillips J.J. Handbook of Training Evaluation and Measurement Methods. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 1997. 420 p.41
- 72.Phillips J. Return on Investment in Training and Performance Improvement Programs Gulf Publishing, 1997. 202 p
- 73.Маркарьян Э., Герасименко Г., Маркарьян С. Финансовый анализ. М.: ИДФБКПРЕСС, 2002. 350 с
- 74.Adelsberg A., Trolley E. Running Training Like a Business The Forum Corporation, 1999.
- 75.Waddington T., Aaron B., Sheldrick R. Guerilla Evaluation: Adapting to the Terrain and Situation. Instructional Design in the Real World: A View from the Trenches. 2004. 271 p.
- 76.Kirkpatrick J. The Kirkpatrick Model: Past, Present and FutureOctober 25, 2009. Kirkpatrick J. URL: <http://www.clomedia.com/2009/10/25/the-kirkpatrick-model-pastpresent-and-future/>
- 77.Kirkpatrick D. AT+D classic: how to start an objective evaluation of your training program T&D, May 2004, v5 i5).
- 78.Kirkpatrick, D. (1996). Great ideas revisited. Techniques for evaluating training programs. Revisiting Kirkpatrick's fourlevel model. Training and Development, 50, 54–59
- 79.Р.А. Долженко, К.К. Илюшников. Оценка эффективности корпоративного обучения: эволюция подходов и перспективы//Вестник НГУЭУ, №3, 2018
- 80.Passmore J., Velez M.J. SOAP- M: A training evaluation model for HR // Industrial & Commercial Training, 2012. Vol.6, № 44. P. 315-326.

81. Удовидченко Р.С., Киреев В.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16909> (дата обращения: 08.07.2020).
82. Topno H. Evaluation of Training and Development: An Analysis of Various Models // Journal of Business and Management, 2012. Vol. 5, № 2. P. 16-22.
83. И.С. Домбровская «Изучение типов и уровней мотивации учебной деятельности» URL: <http://zagranichnyjai.lien.ru/userfiles/motiv.pdf> (дата обращения: 10.02.2020).
84. Lee Sheldon. The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game, Cengage Learning, 2011.
85. Зикерманн Г. Геймификация в бизнесе: как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов / Г. Зикерманн, Д. Линдер; пер. с англ. И. Айзятуповой. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014.
86. Zichermann G., Cunningham C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps, Sebastopol, CA, O'Reilly Media, 2011.
87. McGonigal J. Reality is Broken: Why Games Make Us Better and how They Can Change the World. N.Y.: Penguin, 2011
88. McGonigal J. A Real Little Game: the Pinocchio Effect in Pervasive Play // DiGRA '03 — Proceedings of the 2003 DiGRA International Conference: Level Up. 2014. Vol. 2. URL: <http://www.digra.org/wp-content/uploads/digital-library/05097.11067.pdf>
89. McGonigal J. The High Performance Gameplay Inventory // DiGRA '05 — Proceedings of the 2005 DiGRA International Conference: Think Design Play: Changing Views, Worlds in Play. 2005. URL:

http://janemcgonigal.files.wordpress.com/2010/12/mcgonigal_the-high-performance-gameplay-inventory_june-2005.pdf.

90.Вербак К., Хантер Д. Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса – М.: Манн, Иванов и Фербер.

91.Вербак, Кевин; Хантер, Дэн (2012). Для победы - Как игровое мышление может революционизировать ваш бизнес . Wharton Digital Press

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2018618265

**«Корпоративная система электронного обучения и
повышения квалификации персонала на основе мобильных
технологий»**

Правообладатель: *федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики»
(RU)*

Авторы: *см. на обороте*

Заявка № 2018615229

Дата поступления 23 мая 2018 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 10 июля 2018 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев

Авторы: *Шиков Алексей Николаевич (RU), Баканова Анна (KZ),
Кузьмин Кирилл Сергеевич (RU), Летов Николай Евгеньевич (RU),
Чунаев Антон Владимирович (RU), Логинов Константин
Викторович (BY), Окулов Сергей Александрович (RU)*

*Лист реагирования для оценки достижения результатов
первого уровня по Киркпатрику*

1. Мне понятны цели обучения:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
2. Мне была понятна связь каждого модуля и поставленных целей обучающего курса:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
3. Изучаемый материал был хорошо структурирован, навигация по курсу была удобной:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
4. Я сразу смогу применить полученные знания на практике при выполнении своей работы:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
5. На протяжении прохождения всего учебного курса я был вовлечён(а) в процесс обучения:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
6. Для меня было легко активно участвовать во всех мероприятиях обучающего курса и выполнять задания и проекты:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
7. Мне был комфортен темп изучения материала:
 - a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
 - e)
8. Уровень сложности заданий и проектов казался не очень простым и не чрезмерно сложным:

- a) да
 - b) чаще да, чем нет
 - c) чаще нет, чем да
 - d) нет
9. У меня была возможность в полной мере продемонстрировать свои знания и навыки в ходе прохождения курса:
- a) да
 - b) в большей степени да
 - c) в большей степени нет
 - d) нет
10. У меня была возможность поупражняться в деятельности, навык которой я хотел(-а) получить по итогу обучения:
- a) да
 - b) чаще да, чем нет
 - c) чаще нет, чем да
 - d) нет
11. Я чувствовал «спортивный интерес» при прохождении курса, мне хотелось пройти курс лучше и быстрее других:
- a) да
 - b) чаще да, чем нет
 - c) чаще нет, чем да
 - d) нет
12. Мы обсуждали с коллегами прохождение обучающего курса во внерабочее время:
- a) Очень часто
 - b) Периодически
 - c) Иногда
 - d) Никогда
13. Оцените общие впечатления от прохождения курса в баллах от 1 до 10, где 10 – наилучшие впечатления, 1 – наихудшие.
14. Напишите в свободной форме какие особенности курса вам понравились
15. Напишите в свободной форме какие особенности курса вам НЕ понравились:

ООО «Биарум»
Приморский проспект, 31б
г. Санкт-Петербург, Россия
+7 (812) 926 18 50
info@biarum.com

**Справка об использовании результатов диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Логинова Константина Викторовича по специальности
05.13.10 Управление в социальных и экономических системах**

Настоящая справка составлена в том, что результаты диссертационной работы «Метод управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик», использованы в деятельности компании ООО «Биарум» при разработке и реализации системы корпоративного электронного обучения и повышения квалификации персонала.

Использование разработанных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик в рамках реализации прохождения обучения каждого сотрудника, позволило обеспечить необходимую заинтересованность и мотивацию своевременного завершения обучения по конкретным программам подготовки персонала.

Внедрение событийно-ориентированных игровых механик, а также применение разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик, позволило сократить среднее время прохождения обучающих курсов программ подготовки персонала на 27%, а так же увеличить значение показателя удержания за весь период прохождения курсов на 34%. Количество случаев нарушения крайних сроков сдачи заданий обучающих курсов в среднем было сокращено вдвое.

В результате проведения обучающих курсов в рамках реализации процесса корпоративного обучения персонала с применением разработанных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик, среднее время загрузки релизов разрабатываемого программного обеспечения сократилось на 7%, показатель количества совершаемых срочных исправлений (хотфиксов) после выпуска релизов сократился на 17%. На основе мониторинга деятельности сотрудников так же было установлено, что 83% от общего числа сотрудников, проходивших обучение, используют полученные в ходе обучения знания и навыки в рамках выполнения трудовых обязанностей.

Генеральный директор ООО «Биарум»

Дата: 10.08.2020





«СКАУТ-Корпоративные решения»
197972, Санкт-Петербург, ул. Оптиков 4, корпус 3, литер А
тел: +7 (812) 607 77 41, e-mail: marketing@scout-corp.com
www.scout-corp.com

**Справка об использовании
результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
Логинова Константина Викторовича по специальности
05.13.10 Управление в социальных и экономических системах**

Настоящая справка составлена в том, что результаты диссертационной работы «Метод управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик», использованы в деятельности компании ООО «Системы Мониторинга Автопарка - результат в технологии» при разработке и реализации системы корпоративного электронного обучения и повышения квалификации.

Использование разработанных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик в рамках реализации прохождения обучения каждого сотрудника, позволили обеспечить необходимую заинтересованность и мотивацию своевременного завершения обучения по конкретным программам подготовки персонала.

Внедрение событийно-ориентированных игровых механик, а также применение разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик, позволило сократить среднее время прохождения обучающих курсов программ подготовки персонала на 19%, а также увеличить значение показателя удержания за весь период прохождения курсов на 31%. Количество случаев нарушения крайних сроков сдачи заданий обучающих курсов в среднем было сокращено вдвое.

Руководитель отдела качества и развития



Строинская Е.В.

Дата: 15 июля 2020

Общество с ограниченной ответственностью «РосБалт»

ИНН 7814311368 КПП 781401001

197374, Санкт-Петербург г., Оптиков ул., д. 4

Р/С 40702810919000004087

ПАО «Банк«Санкт-Петербург» г. Санкт-Петербург

К/С 30101810900000000790 БИК 044030790

**Справка об использовании результатов диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Логинова Константина Викторовича по специальности
05.13.10 Управление в социальных и экономических системах**

Настоящая справка составлена в том, что результаты диссертационной работы «Метод управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик», использованы в деятельности компании ООО «РосБалт» при разработке и реализации системы корпоративного электронного обучения и повышения квалификации персонала.

Использование разработанных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик в рамках реализации прохождения обучения персонала, позволило обеспечить необходимую заинтересованность и мотивацию своевременного завершения обучения по конкретным программам подготовки персонала. 92% всех сотрудников, прошедших обучающие курсы, оценили общие впечатления от прохождения курса выше 7 из 10 баллов (где 10 – наилучшие впечатления, 1 – наихудшие), что оказалось выше на 25% значения данного показателя аналогичных обучающих курсов корпоративной системы обучения до внедрения геймификации. Использование предложенных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик позволило стимулировать сотрудников, проходящих обучение, к планомерному прохождению курсов. Количество случаев нарушения крайних сроков выполнения заданий курса сократилось на 42% по сравнению с количеством нарушений подобных или смежных курсов за аналогичный промежуток времени обучения.

Внедрение событийно-ориентированных игровых механик, а также применение разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик, позволило сократить среднее время прохождения обучающих курсов программ подготовки персонала на 23%, а так же увеличить значение показателя удержания за весь период прохождения курсов на 46%.

Согласно мониторингу и опросу руководителей отделов и служб, объём использования, полученных в ходе прохождения обучения, компетенций увеличился на 28% по сравнению с результатами анализа данного показателя за аналогичный период времени без использования предложенных решений.

Генеральный директор ООО «РосБалт»

15 ноября 2020 год



А. А. КАЗАКОВА



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ОБРАЗЦОВАЯ ТИПОГРАФИЯ
197374, Россия, Санкт-Петербург, Металлическая ул., 3 лит. А
тел.: (812) 324-6444, факс: (812) 323-4444
e-mail: office@ortint.spb.ru, www.prim.spb.ru

07.09.20 № 1244/20

на № _____ от _____

**Справка об использовании результатов диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Логина Константина Викторовича по специальности
05.13.10 Управление в социальных и экономических системах**

Настоящая справка составлена в том, что результаты диссертационной работы «Метод управления процессом прохождения учебного курса с применением событийно-ориентированных игровых механик», использованы в деятельности компании ЗАО «СПб Образцовая Типография» при разработке и реализации системы корпоративного электронного обучения, адаптации и повышения квалификации персонала.

Применение разработанных моделей и метода управления генерацией воздействий игровых механик в рамках реализации прохождения обучения персонала, позволило обеспечить необходимую заинтересованность и мотивацию своевременного завершения обучения по конкретным программам подготовки персонала, а так же предрасположить сотрудников, проходящих обучение, к планомерному прохождению курсов. Так, 86% всех сотрудников, проходивших обучение, выполняли задания в срок, что на 37% выше по сравнению с использованием корпоративной системы обучения и повышения квалификации персонала без использования предложенных имплементированных решений.

Использование событийно-ориентированных игровых механик, а также применение разработанного метода автоматической генерации воздействий игровых механик, позволило сократить среднее время прохождения обучающих курсов программ подготовки персонала на 29%, а так же увеличить значение показателя удержания за весь период прохождения курсов на 43%.

В соответствии с результатами мониторинга объём использования, полученных в ходе прохождения обучения, компетенций увеличился на 17% по сравнению с результатами анализа данного показателя за аналогичный период времени без использования предложенных решений.

Генеральный директор
ЗАО «СПб Образцовая Типография»



А.Г.Филатов