

УДК 004.046

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.31.4.032](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.31.4.032)

Применение информационных технологий в социально-экономических системах при разработке обучающей игры, включающей тестирование и систему оценивания

Л.Б. Филиппова, Р.А. Филиппов, Ю.А. Телюченкова, А.С. Сазонова, А.А. Кузьменко

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет»,
Брянск, Российская Федерация*

Резюме: В данной статье рассмотрена актуальность внедрения образовательных механик в процесс обучения и разработана игра с системой оценивания качества полученных знаний обучающегося. Рассмотрены основные этапы прохождения игры, виды квестов, особенности управления игроком. Разобраны основные скрипты и объекты, помогающие усваивать материал. Приведена схема взаимодействий игровых объектов между собой, включающая игрока, игровых персонажей, игровых объектов и вражеских персонажей. Приводится обоснование ограничения на время для одного тестового задания, а также расчёты зачетного балла В и основные параметры получения финальной оценки по результатам В_{общ}. На основании системы оценивания предлагается алгоритм системы оценивания знаний учащихся, фиксирующий основные этапы системы тестирования. На основе алгоритма предлагается образовательная игра с целью изложить исторические справки о древней Ирландии и протестировать полученные знания игрока с помощью реализованных игровых механик. Кроме этого, рассматриваются разные подходы к оценке эффективности и в случае внедрения обучающей игры в образовательное учреждение учитываются следующие факторы: повышение вовлеченности, время усвоения материала и усвоение информации. В конце статьи делается вывод об эффективности использования обучающих игр.

Ключевые слова: оценивание, тестирование, математическая модель, алгоритм, игровые механики в обучении, создание игр.

Для цитирования: Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А., Телюченкова Ю.А., Сазонова А.С., Кузьменко А.А. Применение информационных технологий в социально-экономических системах при разработке обучающей игры, включающей тестирование и систему оценивания. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=878> DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.032

The use of information technology in socio-economic systems in the development of an educational game, including testing and an assessment system

**L.B. Filippova, R.A. Filippov, J.A. Telyuchenkova, A.S. Sazonova,
A. A. Kuzmenko**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Bryansk State Technical University"
Bryansk, Russian Federation*

Abstract: This article discusses the relevance of developing educational mechanisms in the learning process and in the game. The main stages of the game, the types of quests, player control features are considered. The main scripts and objects that help to assimilate the material are analyzed. An attached scheme for the interaction of game objects and game characters. Reasonable time limits for one test task are given, as well as the main parameters for obtaining the final grade based on the results of B_total. Based on the assessment system, an algorithm is proposed for the student knowledge assessment system, fixing the main stages of the testing system. Based on the algorithm, an educational game is proposed with the aim of setting out historical references about ancient Ireland and testing the player's knowledge with the help of implemented game mechanics. In addition, various approaches to assessing effectiveness are considered, and in the case of the introduction of an educational game in an educational institution, the following factors are taken into account: increased involvement, time for mastering the material, and information assimilation. At the end of the article, a conclusion is drawn on the effectiveness of the use of educational games.

Keywords: assessment, testing, mathematical model, algorithm, game mechanics in training, game creation.

For citation: Filippova L.B., Filippov R.A., Telyuchenkova J.A., Sazonova A.S., Kuzmenko A.A. The use of information technology in socio-economic systems in the development of an educational game, including testing and an assessment system. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2020;8(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=878> DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.032 (In Russ).

Введение

В современном мире игровая индустрия стала частью жизни большинства людей. За последние несколько лет она разрослась и смогла обогнать по популярности такие виды развлечений, как кино и музыка, и выйти на лидирующую позицию. Игры – это один из языков, на котором можно общаться с молодым поколением. Используя игровые механики как инструмент обучения, можно добиться не только хорошего усвоения нового материала, но и дать возможность ученику креативно и творчески развиваться.

Основная задача обучающих игр - не только развлечь учащегося и доставить удовольствие от игры, но и воодушевить и пробудить интерес к чему-либо, что в свою очередь помогает преподавателю сделать процесс обучения более полезным и продуктивным[1,2].

Применение в учебном познании игровых технологий стимулирует развитие всех сфер личности учащихся - потребностно-мотивационной, интеллектуальной, эмоционально-волевой, коммуникативной, деятельностной, экзистенциальной, морально-нравственной. Обучающие игры могут быть использованы для тренировки памяти и дедукции, для развития способности к самостоятельному обучению и креативному мышлению[6,7]. Данный вид обучения не только способен помочь справиться со всеми важными задачами традиционного образования, но и сделать процесс обучения более интересным и творческим не только для учащихся, но и для преподавателя.

В рамках исследования была разработана образовательная игра в жанре RPG (Role Play Game), которая позволит обучающемуся ознакомиться с основными ключевыми моментами истории средневековой Ирландии. События игры разворачиваются в центре основания викингами Дублина. Для победы в игре необходимо изучить исторические особенности данного периода и пройти тестирование.

Задачи, которые были решены:

1. Изучить исторические справки периода набегов викингов на Дублин
2. Сформировать сюжет, написать сценарий, оформить обучающий контент.

3. Создать мир и локации, продумать игровую механику, распределить роли между игровыми объектами, наполнить мир интерактивными элементами
4. Разработать систему тестирования и оценивания.
5. Разработать математическую модель расчёта оценочного балла

Материалы и методы

Игра разделена на две части.

В первой части игры, игрок появляется в г. Дублин — это первая локация, представляющая собой ограниченную зону с помощью средневековых строений и зданий. Здесь игроку предстоит пройти все этапы для прохождения в следующую локацию. Для этого ему необходимо:

- Взаимодействовать с NPC (Non-Player Character или неуправляемый игроком персонаж)
- Взаимодействовать с объектами
- Исследовать мир
- Изучить историю древнего Дублина

В первой части игры существуют следующие квесты:

1. «Посылка» - начальный квест, который игрок получит, если будет взаимодействовать с первым же NPC (Рисунок 1, А). Этот квест открывает последующие события. Если его проигнорировать, другие неизгладимые персонажи не будут взаимодействовать с игроком.

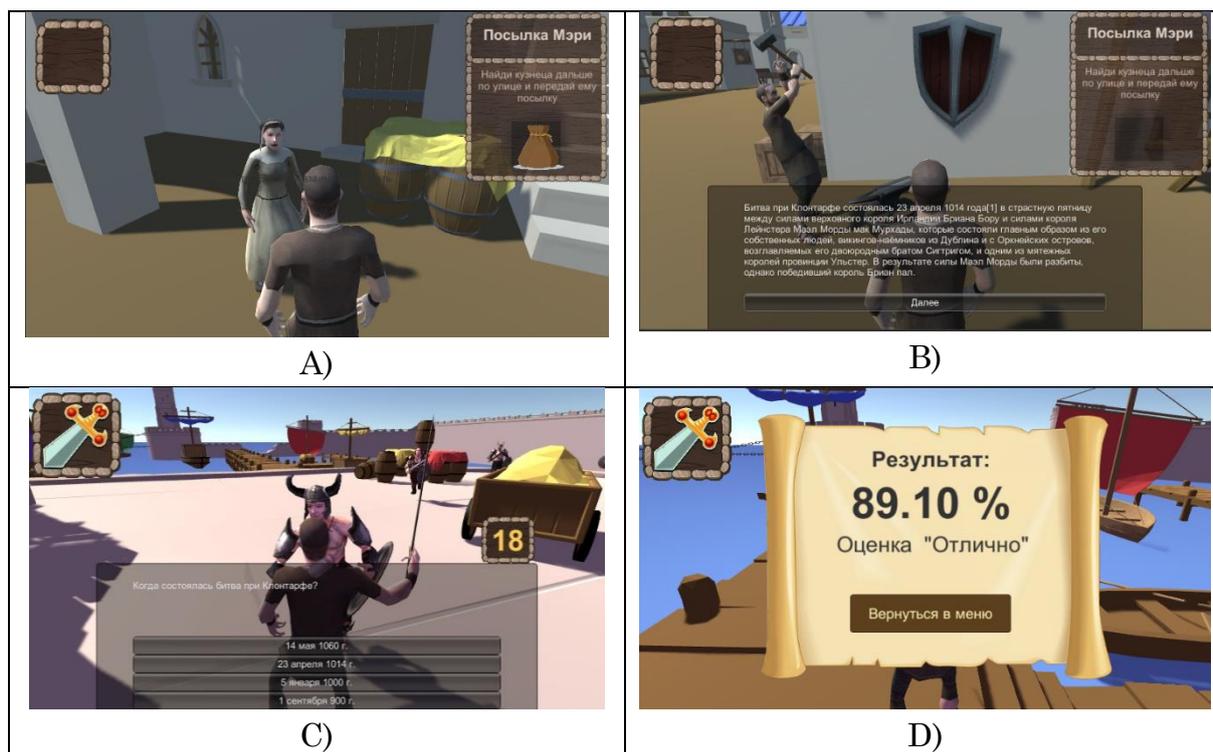


Рисунок 1 – Интерфейс игры: А) Первое квестовое задание; В) - Подготовка к тестированию; С) Процесс игрового тестирования с таймером; Д) Вывод результатов на экран.

Figure 1 - User interface A) First question; B) Training for testing; C) The process of game testing time; D) Display the results

2. «Долг кузнеца» - второй квест, который получает игрок, выполнив первый. Для его прохождения необходимо собрать все золотые монеты, разбросанные по локации. Только после сбора всей суммы, игрок может завершить этот квест. На рисунке 1, В представлен пример отображения обучающей информации, которую частями дает каждый NPC, на примере кузнеца.
3. «Записка» - Квест, выполнив который, происходит событие получения меча игроком. Использовать в данной локации игрок его не может за ненадобностью. Но оружие необходимо для прохождения в следующий уровень и его наличие гарантирует открытия квеста «Пройти сквозь стражу».
4. «Пройти сквозь стражу» – финальный квест, который дает NPC Священник, если игрок получил меч. Для его прохождения надо взаимодействовать с последними NPC локации – стражей.

Во второй части игры игрок появляется в локации Порт, полной вражеских NPC – викингов по сюжету. За каждым врагом закреплен тестовый вопрос и варианты ответа. При атаке на врага всплывает окно с заданием и таймер (Рисунок 1,С).

После прохождения всего тестирования (10 вопросов – 10 вражеских персонажей), игра завершается. С помощью системы оценивания просчитывается финальный результат и выводится результат на экран (рис. 1, D)

Важно пояснить взаимодействие объектов между собой, а также управление ими с помощью скриптов для более полного представления игровой механики.

Модель игрока перемещается с помощью клавиш «W», «S», «A» и «D», и взаимодействует с объектами и NPC со помощью клавиши «E». Логика персонажа прописана двумя скриптами: Player и Inventory, которые показаны на рисунке 5. Так же на том же рисунке отображен скрипт Sword, который содержит инструкции по управлению мечом. Сам меч становится визуальным только во второй части[3].

В первой локации присутствуют несколько NPC, которые взаимодействуют с игроком по средством общения и квестов. Обладают своей логикой и ветвлениями диалогов, которые описаны в скрипте NPC и Dialogue соответственно. Их главные задачи в игре: продвигать ход игры и просвещать в историю древнего Дублина игрока.

Монеты располагаются в первой локации и являются ключом для прохождения квеста «Долг кузнеца». Монеты имеют собственный скрипт Coin, который работает со скриптом Inventory через взаимодействие с игроком (Рисунок 2).

Модели вражеских объектов имеют собственный примитивный искусственный интеллект, описанный скриптом Enemy AI (Рисунок 2). Они имеют радиус атаки, нападения на игрока, следование за игроком в радиусе их атаки. Диалоговая система для врагов отличается от диалоговой системы NPC наличием переменной, отображающей номер правильного варианта ответа на тестовое задание.

Помимо вышеописанных скриптов и объектов, в игре присутствует самостоятельная система оценки, которая активируется во второй части игры во время тестирования и после сбора данных (список ответов ученика), рассчитывает оценочный балл по алгоритму, который будет описан далее.

Более подробно взаимодействие игровых объектов показан на рисунке 2[7,8].

Монеты располагаются в первой локации и являются ключом для прохождения квеста «Долг кузнеца». Монеты имеют собственный скрипт Coin, который работает со скриптом Inventory через взаимодействие с игроком (Рисунок 2).

Модели вражеских объектов имеют собственный примитивный искусственный интеллект, описанный скриптом Enemy AI (Рисунок 2). Они имеют радиус атаки, нападения на игрока, следование за игроком в радиусе их атаки. Диалоговая система для

врагов отличается от диалоговой системы NPC наличием переменной, отображающей номер правильного варианта ответа на тестовое задание.

Ранее система оценивания знаний учащихся описывалась в статье «Определение оценок тестовых заданий» авторов Дрождин В.В., Павкина Е.А., Яремко О.Э, которые описали некоторую классификацию тестовых заданий и подход к расчету оценки для каждого вида[4,5]. Опираясь на статью тестирование, представленное в данной работе,

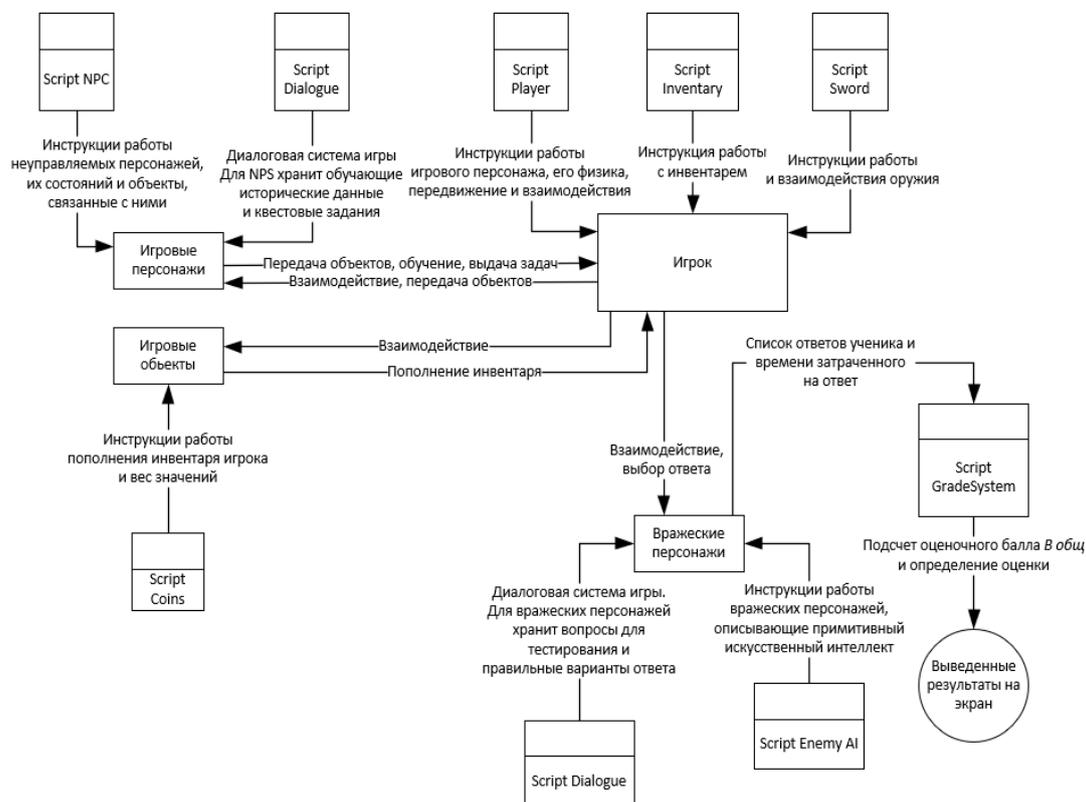


Рисунок 2 - Схема взаимодействий игровых объектов между собой
 Figure 2 - The scheme of interactions between game objects

является закрытым ТЗ с одиночным ответом, для расчёта зачетного балла B которого было представлено данное равенство:

$$B = \begin{cases} B_{max}, & \text{если выбран верный вариант} \\ 0, & \text{если выбран неверный вариант} \end{cases} \quad (1)$$

Можно сказать, что значение B_{max} варьируется от 0 (не включая его) до определенного числа, которая выбирается я в рамках одного вида теста. Эта вариация обуславливается сложностью тестирования, то есть чем сложнее будет его вид, тем большее значение примет B_{max} . Это помогает в создании тестовых заданий различной сложности и вида, и комбинирования их для вычисления финального результата. В данной работе используется только один тип тестовых заданий с одной линейной сложностью, данные по которому ученик получает заранее, в одно время. Поэтому для расчетов оценочного балла используется $B_{max}=1$. Но как писали Дрождин В.В., Павкина Е.А., и Яремко О.Э: «Улучшение формальных оценок, т.е. получение более высоких баллов по результатам ответов, возможно только одним единственным способом: реальным знанием учебного материала и высокими интеллектуальными способностями по формулированию ответов за меньшее количество переборов вариантов». Оценочный балл должен не только отображать качество полученных знаний, но и время,

затраченную на решение поставленной задачи. Введем параметр Δt , который отображает промежуток времени в секундах, потративший учащийся во время прохождения одного вопроса тестирования. Данный параметр должен влиять на оценочный балл таким образом, чтобы $B_{max} = [0;1]$:

$$B_{max} - \Delta t * 0,01, \quad (2)$$

Чтобы ограничить изменения оценочного балла из-за нового параметра, введем ограничение на время для одного тестового задания равное 30 секундам. Если учащийся не справляется за отведенное время, то B будем считать равным нулю. Из данного ограничения можно сделать вывод, что B при правильном варианте ответа будет варьироваться от 0,7 до 1. Так как количество вопросов n в тестировании в данной работе равно 10, то можно составить формулу по нахождению всех оценочных баллов для каждого вопроса:

$$B_{общ} = \sum_{i=1}^n B_i + B_{i+1} + \dots + B_n, \quad (3)$$

$$\text{где } B_i = \begin{cases} B_{max i} - \Delta t_i * 0,01, & \text{если выбран верный вариант за } \Delta t_i \leq 30 \text{ сек.} \\ 0, & \text{если выбран неверный вариант или } \Delta t_i > 30 \text{ сек} \end{cases}$$

Тестирования в рамках данной работы $B_{общ}$ будет варьироваться от 0 в худшем варианте, до 10 в наилучшем. Стоит обратить внимание, что достичь $B_{общ} = 10$ будет почти невозможно из-за Δt , поэтому необходимо учитывать также время на чтение вопроса и скорость реакции, которое снизит максимальное значение $B_{общ} \approx 9,5$.

Для определение финальной оценки по результатам $B_{общ}$ в начале стоит определить границу «сдачи» или же среднюю оценку «удовлетворительно», а именно результат учащегося не менее 50 % от максимального $B_{общ} = 9.5 \pm 0.5$ считать «удовлетворительным». Оценка «хорошо» соответствует значению $B_{общ}$ равное от 70% до 85%, а «отлично» - от 85% соответственно. Знания учащихся, для которых $B_{общ}$ варьируется от 30%-50% - авторы называют «область неопределенности», а $B_{общ} < 30\%$ считается областью полного незнания, что соответствует оценкам в «2» и «1» балл соответственно.

Предложенный расчет финальной оценки $B_{общ}$ может быть пересчитан индивидуально для различных тестов, разной сложности и направленности, а также уровня подготовки учащихся. Гибкость системы позволяет преподавателю самому определять границы оценки в рамках своих условий и типа обучения.

Описание работы алгоритма представлен в виде блок-схемы (Рисунок 3).

В начале работы алгоритма инициализируется переменная счётчик количества пройденных вопросов n , которой за каждый вопрос прибавляется + 1. После вывода вопроса на экран, начинается отчет времени t , за которое необходимо дать ответ [9,10]. Если ученик не дает ответ в данный промежуток времени, то в список ответов записывается $t=0, B=0$, так как ответ засчитывается неправильным, а время, затраченное для расчетов не нужно. Если ученик дает ответ в данный промежуток времени, то проверяется правильность ответа, если ответ верен, то $B=1$, а промежуток времени, затраченного на ответ = Δt , если ответ неверен, то $k = 0$, и соответственно $t = 0$. После того, как n достигло - 10, то дальше производится подсчет коэффициента $B_{общ}$, который отображает качество полученных знаний обучающегося. После подсчета, $B_{общ}$ - соответствует одной из пяти оценок по пятибалльной шкале, которая выводится на экран по окончанию теста.

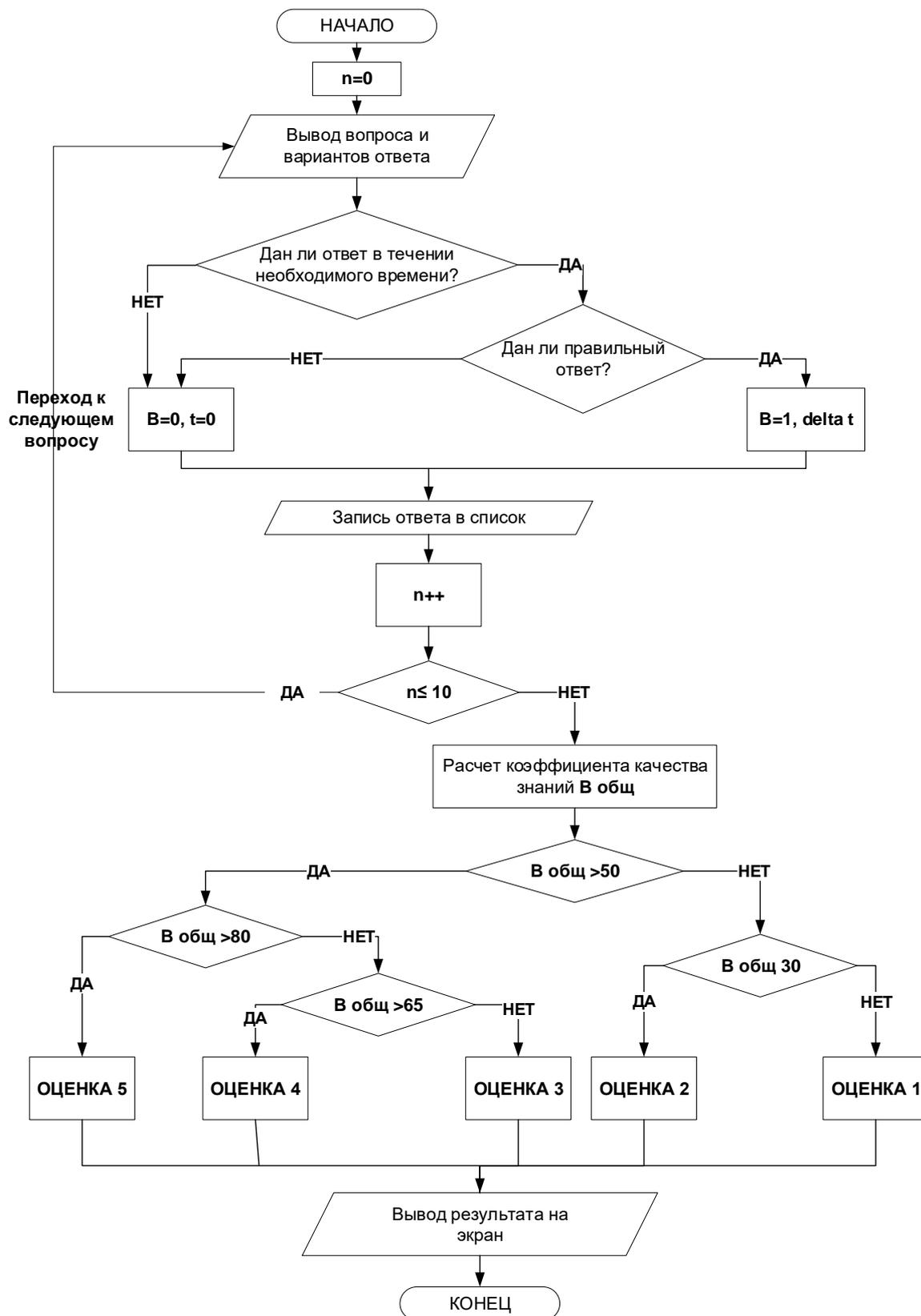


Рисунок 3 – Алгоритм система оценивания знаний учащихся
 Figure 3 - Algorithm evaluation system of students' knowledge

Результаты и их обсуждение

1. Разработана математическая модель расчёта оценочного балла
2. Построен алгоритм тестирования и оценивания
3. На основе алгоритма создана образовательная игра с целью изложить исторические справки о древней Ирландии и протестировать полученные знания игрока с помощью реализованных игровых механик

Имеются разные подходы к оценке эффективности внедрения различных информационных систем и программных продуктов в предприятия и учреждения.

Например, метод «от противного» предлагает оценить, что потеряет компания, если не будет реализовывать проект вообще. Но более целесообразным представляется подход, основанный на четкой постановке измеримых целей перед началом проекта и контроле их достижения по его результатам. В случае внедрения обучающей игры в образовательное учреждение следует учитывать следующие факторы, представленные на Таблице 1.

Таблица 1 - Критерии оценки эффективности

Table 1 - Performance Criteria

Внедрение Критерий	До	После
Повышение вовлеченности	71,5%	89,7%
Время усвоения материала	4-6 ч.	2-3 ч.
Усвоение информации	64,3%	79,6%

Параметр повышения вовлеченности отображает процент учащихся, заинтересованных в получении знаний по конкретной теме. Время усвоения материала – это количество часов, затраченное на самостоятельное овладение для дальнейшей проверки. Усвоение информации – это процент объем усвоенной качественной информации от объёма всей информации. Все параметры были рассчитаны до и после внедрения обучающей игры и по разнице между значениями можно сделать выводы, что использование данной технологии значительно повышает результаты обучения.

Заключение

Пользу от использования обучающих игр получает не только игрок, но и преподаватель, которому не нужно будет думать о том, как вовлечь обучающихся в обучение. Использование игровых механик при этом, не только позволят повысить качество получаемых знаний, но и тестировать и оценивать обучающихся, превращая данный рутинный процесс в более развлекательный и интересный

ЛИТЕРАТУРА

1. Eric Klopfer, Jason Haas, Scot Osterweil, Louisa Rosenheck, Colleen Macklin, *Resonant Games: Design Principles for Learning Games that Connect Hearts, Minds, and the Everyday*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press. 2018.
2. Leonov E.A., Leonov Y.A. Kazakov Y.M., Filippova L.B. Intellectual subsystems for collecting information from the internet to create knowledge bases for self-learning systems.

- Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (ITI'17)*. Springer, Cham. 2017;679:95-103
3. Leonov YU.A., Leonov E.A., Kuzmenko A.A., Martynenko A.A., Averchenkova E.E., Filippov R.A. *Selection of rational schemes automation based on working synthesis instruments for technological processes*. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House LLC. 2019;192.
 4. Аверченков А.В., Филиппов Р.А., Филиппова Л.Б., Сазонова А.С., Шептунов С.А. Разработка математической модели информационной системы для инвентаризации и мониторинга программного и аппаратного обеспечения на основе методов нечеткой логики. *Качество. Инновации. Образование*. 2018;7:105-112.
 5. Дрожин В.В., Павкина Е.А., Яремко О.Э. Определение оценок тестовых заданий. *Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского*. 2011;26:386-392
 6. Кузьменко А.А., Кондратенко С.В., Сазонова А.С., Аверченков А.В., Филиппов Р.А. Разработка структуры WEB-ресурса на основе потребностей конечного пользователя. В сборнике: *Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов*. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2018;2:183-185.
 7. Леонов Ю.А., Леонов Е.А., Филиппов Р.А., Филиппова Л.Б. *Исследование операций: лабораторный практикум*. Москва: ООО «Флинта». 2018; 94 с.
 8. Сазонова А.С., Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А. Инновационный потенциал экономической системы: сущность и содержание понятия. *Инновации в промышленности, управлении и образовании: материалы международной научно-практической конференции "Инновации в промышленности, управлении и образовании" от 20 апреля 2017 года*. Брянский государственный технический университет: Брянск. 2017.
 9. Сазонова А.С., Филиппов Р.А., Филиппова Л.Б. *Теория информационных процессов и систем: учебное пособие*. Брянск: БГТУ:2016.
 10. Аверченков А.В., Аверченкова Е.Э. Концептуальная модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016;9:148-153.

REFERENCES

1. Eric Klopfer, Jason Haas, Scot Osterweil, Louisa Rosenheck, Colleen Macklin, *Resonant Games: Design Principles for Learning Games that Connect Hearts, Minds, and the Everyday*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press. 2018.
2. Leonov E.A., Leonov Y.A. Kazakov Y.M., Filippova L.B. Intellectual subsystems for collecting information from the internet to create knowledge bases for self-learning systems. *Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (ITI'17)*. Springer, Cham. 2017;679:95-103
3. Leonov YU.A., Leonov E.A., Kuzmenko A.A., Martynenko A.A., Averchenkova E.E., Filippov R.A. *Selection of rational schemes automation based on working synthesis instruments for technological processes*. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House LLC. 2019;192.
4. Averchenkov A.V., Filippov RA., Filippova L.B., Sazonova A.S., Sheptunov S.A. Development of a mathematical model of an information system for inventory and monitoring of software and hardware based on fuzzy logic methods. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye*. Moscow: Yevropeyskiy tsentr po kachestvu. 2018;7:105-112.

5. Drozhin V.V, Pavkina EA, Yaremko O.E. Definition of test scores, - *Izvestiya PSPU them. V.G. Belinsky*. 2011;26:386-392.
6. Kuzmenko A.A., Kondratenko S.V., Sazonova A.S., Averchenkov A.V., Filippov R.A. Development of a web resource structure based on the needs of the end user. *In the collection: New Information Technologies in Scientific Research Materials of the XXIII All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Young Scientists and Specialists*. Ryazan: Ryazan State Radio Engineering University .2018; T.2: 183-185.
7. Leonov YU.A., Leonov E.A., Filippov R.A., Filippova L.B. *Operations Research: Laboratory Workshop*. Moscow: Flint LLC.2018; 94 с.
8. Sazonova A. S., Filippova L.B., Filippov R.A Innovative potential of an economic system: essence and contents Concept. *Innovations in the industry, management and education: materials of the international scientific and practical conference "Innovations in the Industry, Management and Education" of April 20, 2017*. Bryansk state technical university: Bryansk. 2017.
9. Sazonova A.S., Filippov R.A., Filippova L.B. *Theory of information processes and systems. Bryansk: BGTU*. 2016.
10. Averchenkov A.V., Averchenkova E.E. Conceptual model for assessing the influence of the external environment on the regional socio-economic system. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*. 2016;9:148-153.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Филиппова Людмила Борисовна, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы», Брянский государственный технический университет, Брянск, Российская Федерация
e-mail: libv88@mail.ru

Ludmila B. Filippova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies and Systems, Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Филиппов Родион Алексеевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы», Брянский государственный технический университет, Брянск, Российская Федерация
e-mail: redfil@mail.ru

Rodion A. Filippov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies and Systems, Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Телюченкова Юлия Александровна, магистр I курса по специальности «Информационные системы и технологии» кафедры «Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
e-mail: izumitasitagava@gmail.com

Julia A. Telyuchenkova, first-year master of the specialty "Information systems and technologies" of the department "Computer technologies and systems", Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Сазонова Анна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы», Брянский государственный технический университет, Брянск, Российская Федерация
e-mail: asazonova@list.ru

Anna S. Sazonova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies and Systems, Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

Кузьменко Александр Анатольевич, к.б.н.,
доцент кафедры «Компьютерные технологии и
системы», Брянский государственный
технический университет, Брянск, Российская
Федерация
e-mail: alex-af-32@yandex.ru

Alexander A. Kuzmenko, Candidate of
Biological Sciences, Associate Professor,
Department of Computer Technologies and
Systems, Bryansk State Technical University,
Bryansk, Russian Federation