

УДК 004.67

DOI: [10.26102/2310-6018/2024.46.3.028](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.46.3.028)

## Мобильное приложение для развития лидерских качеств с интеллектуальной индивидуализацией траектории обучения

А.К. Кузьмин<sup>1</sup>, Д.А. Пиминов<sup>1</sup>, С.В. Кумова<sup>✉1</sup>, К.Д. Кузнецова<sup>1</sup>, М.С. Дубова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Школа дополнительного образования «Школа Лидеров Смарт», Саратов, Российская Федерация*

**Резюме.** В статье рассматривается разработка мобильного игрового приложения для формирования и развития лидерских качеств у школьников старших классов, студентов колледжей и техникумов. Обучающее игровое приложение соответствует концепции «инновационной образовательной технологии», то есть включает в себя комплекс из трех взаимосвязанных составляющих: современное содержание, современные методы обучения, современная цифровая инфраструктура обучения. Разработанное мобильное приложение позволяет системно развивать такие лидерские качества, как уверенность в себе, ответственность, умение планировать время, креативность, умение действовать в ситуации неопределенности, целеустремленность. В основе логики приложения заложен принцип формирования индивидуальной образовательной траектории. Для построения индивидуальных траекторий обучения для каждого пользователя используется нейросетевая кластеризация анкетных данных. То есть при генерации индивидуальных траекторий развития лидерских качеств используются не только методы анкетирования, но и результат применения к совокупности анкет методов кластеризации. Для кластеризации используются самоорганизующиеся карты Кохонена. Получаемое разбиение на кластеры проанализировано экспертами, выявлено несколько четко обозначенных кластеров, для каждого из которых составлена модель индивидуального изменения траектории развития лидерских качеств. В результате экспертного анализа результатов кластеризации было выделено семь кластеров. Совместно с экспертами составлено описание каждого кластера.

**Ключевые слова:** кластеризация, сеть Кохонена, лидерские качества, индивидуализация траектории обучения, мобильное приложение.

**Для цитирования:** Кузьмин А.К., Пиминов Д.А., Кумова С.В., Кузнецова К.Д., Дубова М.С. Мобильное приложение для развития лидерских качеств с интеллектуальной индивидуализацией траектории обучения. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2024;12(3). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1597> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.46.3.028

## Mobile application for leadership development with intelligent individualization of learning trajectory

A.K. Kuzmin<sup>1</sup>, D.A. Piminov<sup>1</sup>, S.V. Kumova<sup>✉1</sup>, K.D. Kuznetsova<sup>1</sup>, M.S. Dubova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, the Russian Federation*

<sup>2</sup>*School of additional education «Smart Leadership School», Saratov, the Russian Federation*

**Abstract.** The article discusses the development of a mobile gaming application for the formation and development of leadership qualities in high school students, college and technical school students. The educational gaming application corresponds to the concept of "innovative educational technology", that is, it includes a set of three interrelated components: modern content, modern teaching methods, modern digital learning infrastructure. The developed mobile application allows you to systematically develop such leadership qualities as self-confidence, responsibility, time management skills, creativity, the

ability to act in a situation of uncertainty, and determination. The application logic is based on the principle of forming an individual educational trajectory. To build individual learning trajectories for each user, neural network clustering of questionnaire data is used. That is, when generating individual trajectories for the development of leadership qualities, not only questionnaire methods are used, but also the result of applying clustering methods to a set of questionnaires. Self-organizing Kohonen maps are used for clustering. The resulting division into clusters was analyzed by experts, several clearly defined clusters were identified, for each of which a model of individual change in the trajectory of development of leadership qualities was compiled. As a result of expert analysis of the clustering results, seven clusters were identified. A description of each cluster was compiled jointly with experts.

**Keywords:** clustering, Kohonen network, leadership qualities, individualization of learning trajectory, mobile application.

**For citation:** Kuzmin A.K., Piminov D.A., Kumova S.V., Kuznetsova K.D., Dubova M.S. Mobile application for leadership development with intelligent individualization of learning trajectory. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(3). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1597> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.46.3.028

## Введение

Геймификация и применение технологий компьютерных игр в совершенно различных отраслях деятельности являются ключевым трендом современности. Ключевыми преимуществами такого применения являются большая вовлеченность и мотивированность, визуализация процессов и результатов деятельности. Это одинаково востребовано в сфере бизнеса, промышленности, креативных индустриях и области образования. А геймификация в сочетании с цифровыми решениями позволяют создавать программные продукты, способные стать ключевым инструментом развития различных качеств и компетенций человека.

Среди актуальных проблем современного быстро развивающегося общества можно назвать нехватку лидеров, обладающих целым списком личностных качеств, профессиональных и социальных компетенций. Это конструктивное взаимодействие в коммуникационном поле, ответственность, умение генерировать идеи, креативность и творческий подход в решении задач, мобильность, мотивация к обучению, целеустремленность, уверенность в себе, умение действовать в ситуации непостоянства, успешно разрешать конфликтные ситуации, вести за собой и другие. Феномен лидерства является центром внимания многих исследователей на протяжении многих лет. Ученые приходят к выводу, что основы лидерской одаренности закладываются в юном возрасте. Создание благоприятных условий для формирования и раскрытия лидерского потенциала у детей и подростков будет способствовать скорейшему достижению успеха во взрослой жизни. Актуальной задачей современного общества и государства является создание равных возможностей для всестороннего развития и самореализации, потенциально одаренных и перспективных школьников – будущих лидеров, которые обладают соответствующими знаниями, навыками, опытом управления и организации [1]. Это отражено в Федеральном проекте «Успех каждого ребенка» – дополнительное образование, профориентация и поддержка талантливых детей, Национальном проекте «Образование», проекте «Инновационная Россия 2020», Общероссийском общественно-государственном движении детей и молодежи «Движение Первых».

Одной из приоритетных задач в научной педагогике и прикладной ее части стоит создание условий для обеспечения высокого уровня и гарантированного результата учебно-воспитательного процесса обучения. Острая потребность разработки и внедрение цифровых образовательных стала еще более актуальной после пандемии и перевода образовательных учреждений на дистанционную форму деятельности.

Целью данной работы является исследование возможности применения современных информационных технологий, в том числе методов нейросетевой кластеризации и визуализации данных, для развития лидерских качеств школьников. Научная новизна разработки заключается в том, что при генерации индивидуальных траекторий развития лидерских качеств используются не только методы анкетирования, но и результаты применения к совокупности анкет методов кластеризации. Для кластеризации используются самоорганизующиеся карты Кохонена. Получаемое разбиение на кластеры проанализировано экспертами, выявлено несколько четко обозначенных кластеров. Для каждого кластера разработана уникальная траектория развития лидерских качеств и компетенций. Для апробации результатов авторами статьи разработано игровое мобильное приложение, включающее в себя набор специальных упражнений. Упражнения, их последовательности и разбиение по блокам были составлены с участием профессиональных психологов, работающих в школе развития лидерских качеств «СМАРТРИ».

Обучение через геймифицированное мобильное приложение по индивидуальной образовательной траектории максимально соответствует концептуальным основам современного образования, которые обозначены в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда» национального проекта «Образование». Хотим отметить, что существует ряд современных научных исследований, описывающих эффективность развития личностных компетенций и высокий прикладной результат обучения через мобильные игры [2, 3].

Мобильное приложение, которое позволяет системно развивать такие лидерские качества, как уверенность в себе, мотивация к учебе, ответственность, управление временем, креативность, поведение в конфликте, умение действовать в ситуации неопределенности с использованием игровых технологий для детей и подростков может быть частью развития «инновационного цифрового образования» [4, 5].

Следует отметить, что решения, основанные на адаптивной модели генерации индивидуальных траекторий развития, имеют значительные преимущества перед решениями, где такая модель остается неизменной. Это обусловлено тем, что «психологические способности, склонности и особенности личности всегда уникальны, сложны и не могут быть полностью формализованы». Можно заключить, что разработка и внедрение мобильного приложения, основанного на геймификации процесса развития лидерских качеств, является актуальной задачей. Игровое приложение включает в себя современное, актуальное для детей содержание обучающего материала, современные методы обучения и цифровую инфраструктуру обучения, что соответствует «инновационной образовательной технологии». В современное обучение уже вошли такие инструменты, как интерактивные доски, онлайн-вебинары, мобильное обучение и виртуальная реальность, позволяющие активно вовлекать ребенка в образовательный процесс.

Более того, исходя из обозначенной выше актуальности интеллектуальной индивидуализации программ обучения, в список учитываемых факторов видится целесообразным и предлагается включить результаты нейросетевой кластеризации анкет [6, 7].

Перечислим основные задачи, которые должны быть решены для достижения поставленной выше цели:

1. Разработка заданий и форматов уровней приложения.
2. Составление соответствия задания с развиваемым лидерским качеством.
3. Разработка игрового мобильного приложения для развития лидерских качеств.
4. Сбор и подготовка входных анкетных данных для кластеризации.
5. Нейросетевая кластеризация данных анкет.

6. Получение результатов кластеризации, их экспертная интерпретация.  
7. Экспертная генерация правил изменения траектории развития лидерских качеств в зависимости от принадлежности к кластерам.

8. Практическое воплощение полученных правил в рамках разработанного интерактивного мобильного приложения.

Объектом данного исследования является педагогика развития лидерских качеств школьников. Предмет исследования – современные компьютеризированные методы развития лидерских качеств школьников, в частности, разработанное интеллектуальное мобильное приложение «СМАРТРИ».

### Подготовка входных данных для кластеризации

Обучающая выборка была сформирована на основе ответов на вопросы анкеты, которая была специально составлена экспертным методом и включила 55 вопросов. В число экспертов вошли педагоги Школы Лидеров «СМАРТ», СГУ имени Н.Г. Чернышевского и СГТУ имени Гагарина Ю.А. Руководитель экспертной группы эксперт по развитию лидерской одаренности, международный сертифицированный коуч по лидерству Дубова М.С. Было опрошено 450 респондентов – студентов саратовских вузов, колледжей и школьников – участников РДДМ (Российское движение детей и молодежи). В качестве платформы для анкетирования выступил онлайн-сервис Google Forms. Значимыми и подлежащими анализу признаны 52 вопроса.

В рамках предобработки анкетных данных были выполнены следующие шаги:

1. В ручном режиме удалены строки с очевидно аномальными данными, а также строки, добавленные в рамках тестирования анкетной формы.

2. Вопросы, которые не носят атомарный характер, были разбиты на множества атомарных вопросов. Например, подобному преобразованию был подвергнут вопрос «Укажите членов Вашей семьи» с вариантами ответов «Мама», «Папа», «Брат» «Сестра» и с возможностью указать различные комбинации перечисленных ответов: в итоге получилось 4 вопроса «Есть ли у Вас мама», «Есть ли у Вас папа», «Есть ли у Вас сестра», «Есть ли у Вас брат». Подобному дроблению подверглись 4 вопроса и их общее количество достигло 55.

3. В вопросах порядкового характера все ответы были проранжированы и пронумерованы, а их текстовые обозначения заменены на соответствующие номера.

4. В вопросах категориального характера все ответы были также пронумерованы, а их текстовые обозначения заменены на соответствующие номера.

### Кластеризация данных

В качестве кластеризующей модели была выбрана самоорганизующаяся карта Кохонена [8], состоящая из 100 нейронов. Каждый нейрон  $j$  связан с одной из ячеек карты и описывается вектором весов

$$w_i = (w_{1,i}, w_{2,i}, \dots, w_{m,i}),$$

где  $m$  – число компонентов входных векторов, равное 100.

Входные векторы имеют вид:

$$x_i = (x_{1,i}, x_{2,i}, \dots, x_{m,i}).$$

Обучение нейронной сети проводилось по правилу Кохонена [8]:

$$w_i^{k+1} = w_i^k + \eta_i^{(k)} [x - w_i^{(k)}],$$

где  $x$  – входной вектор,  $k$  – номер цикла обучения,  $\eta_i^{(k)}$  – коэффициент скорости обучения  $i$ -го нейрона из радиуса обучения в  $k$ -ом цикле обучения.

Коэффициент скорости обучения  $\eta_i^{(k)}$  разбит на две части: функцию соседства  $\delta_i^{(k)}(d, k)$  и функцию скорости обучения  $a(k)$ :

$$\eta_i^{(k)} = \delta_i^{(k)}(d, k)a(k).$$

В качестве функции соседства применялась классическая Гауссова функция. Функция скорости обучения  $a(k)$  убывает от номера цикла обучения:

$$a(k) = \frac{A}{k + B}, A, B = const.$$

В качестве подлежащей минимизации функции потерь выступила функция  $E$  вида:

$$E = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \|x_i - w_j\|^2,$$

где  $w_j$  – вектор весов нейрона-победителя,  $p$  – количество наблюдений.

Для решения проблемы «мертвых нейронов» (т. е. нейронов, которые никогда не становятся «победителями») был введен подсчет потенциала  $p_i$  каждого нейрона в процессе обучения. Первоначально нейронам присваивался потенциал  $p_i(0) = 1/n$ , где  $n$  – число нейронов (кластеров). В  $k$ -м цикле обучения потенциал определяется по правилам:

$$p_i(k) = \begin{cases} p_i(k-1) + \frac{1}{n}, & i \neq j \\ p_i(k-1) - \frac{1}{n}, & i = j \end{cases}$$

где  $j$  – номер нейрона-победителя. Если значение потенциала  $p_i(k)$  падало ниже уровня  $p_{min}$ , то нейрон исключался из рассмотрения.

### Результаты кластеризации

Результаты кластеризации были визуализированы на карте с разрешением  $10 \times 10$  ячеек (Рисунок 1), при этом с каждой из которых ассоциирован нейрон Кохонена. У каждой ячейки есть число, указывающее количество наблюдений. Чем выше это число, тем больше закрашенная область ячейки.

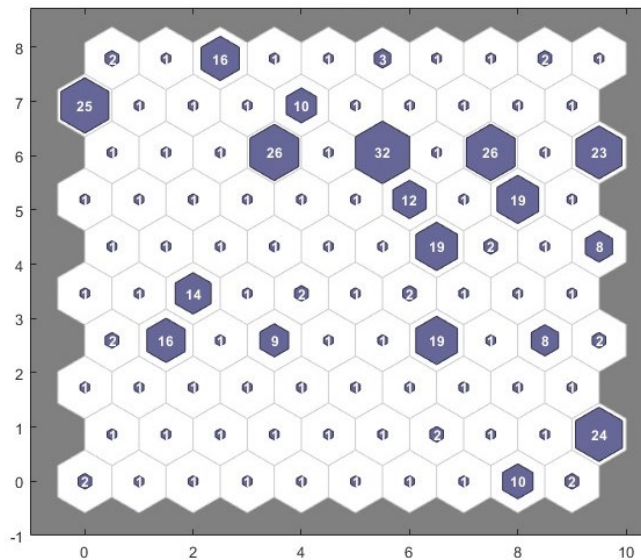


Рисунок 1 – Графическая визуализация результатов кластеризации анкет  
Figure 1 – Graphical visualization of questionnaire clustering results

Для уточнения расстояний между нейронами смежных ячеек была визуализирована карта, изображенная на Рисунке 2. В ней более светлые тона соответствуют меньшим расстояниям.

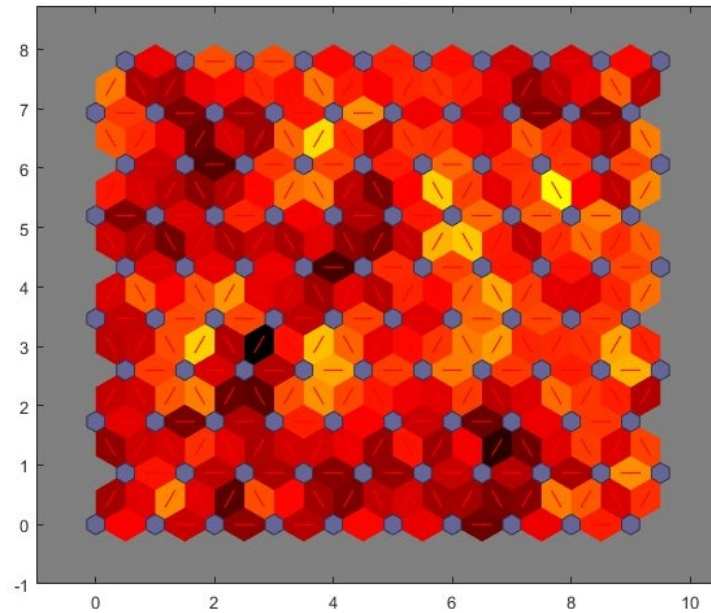


Рисунок 2 – Графическая визуализация расстояний между нейронами  
 Figure 2 – Graphical visualization of distances between neurons

Для оценки средних значений признаков в кластерах были построены раскрашенные карты признаков, часть из которых представлена на Рисунке 3. Более светлый цвет соответствует большему значению рассматриваемого признака.

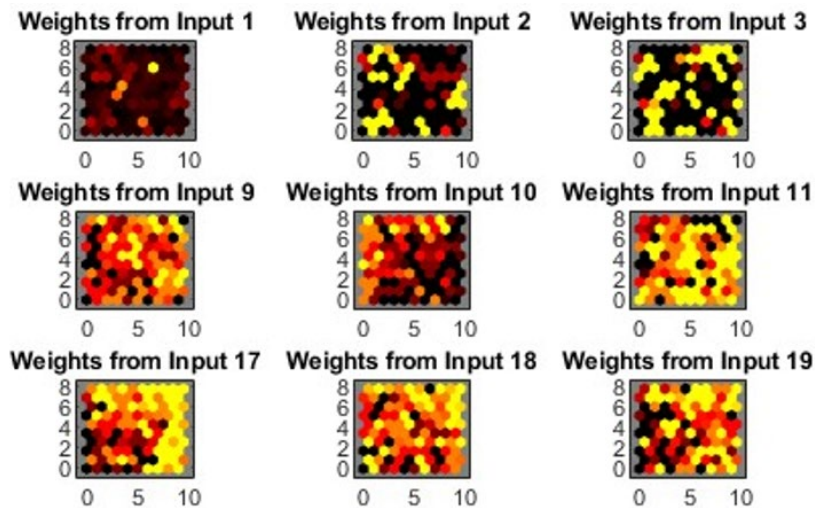


Рисунок 3 – Цветовая раскраска карты Кохонена по признакам (фрагмент)  
 Figure 3 – Coloring of the Kohonen map by features (fragment)

### Интерпретация результатов кластеризации

В результате экспертного анализа результатов кластеризации было выделено семь кластеров. Ниже приведено их описание, составленное экспертами:

**Кластер А1:** Школьники со сниженной мотивацией к обучению и недостаточным уровнем развития ответственности, социального и эмоционального интеллекта,

поведения в конфликтах, а также целеустремленности и эмпатии. К данному кластеру преимущественно относятся школьники с возрастом 10–12 лет и имеющие братьев и/или сестер. Эксперты отмечают также проблемы в общении и коммуникации и присутствие черты «Я-категоричность», которая является одной из причин возникновения конфликтных ситуаций. Для развития лидерства рекомендовано добавление в траекторию обучения заданий, которые нацелены на формирование целеустремленности и ответственности, а также эмоционального интеллекта.

**Кластер А2:** Школьники со средним (достаточным) уровнем развития показателей лидерских качеств, преимущественно из младших классов общеобразовательных школ. Экспертные рекомендации: обучение по общей программе, обучающие игры на развитие сосредоточенности и концентрации внимания. Дополнительные задания на «ответственность».

**Кластер А3:** Ученики со средним и достаточным уровнем развития показателей лидерских качеств, преимущественно из младших классов лицеев и гимназий. Экспертные рекомендации: основное обучение по общей программе. Возможность доступа к дополнительным заданиям на развитие уверенности в себе, целеустремленности, коммуникации (как превентивные меры для особенностей психологического развития следующего возрастного этапа).

**Кластер А4:** Школьники с высоким уровнем ответственности и уверенности в себе, но эмоционально неустойчивые, эгоцентричные, преимущественно начальных классов. К данному кластеру относятся учащиеся преимущественно женского пола и имеющие много членов семьи. Хорошо учатся, есть достижения в творчестве. Экспертные рекомендации к обучению: усилить задания на развитие эмоционального и социального интеллекта, на умение действовать в ситуации неопределенности, а также на креативность, поведение в конфликтах, целеустремленность.

**Кластер А5:** Эмоционально неустойчивые школьники, характеризующиеся низкой ответственностью и неспособностью планировать время. К данному кластеру относятся школьники преимущественно начальных классов и мужского пола, среди них много занимающихся спортом. Экспертные рекомендации к обучению: усиление заданий на общение, социальный интеллект, поведение в конфликтах, целеполагание, уверенность в себе, ответственность, креативность, умение действовать в ситуации неопределенности, игры на развитие сосредоточенности и концентрации внимания.

**Кластер А6:** Школьники различных типов школ с низким уровнем организаторских способностей и навыков планирования времени, но с большим желанием быть успешными и учиться. К данному кластеру относятся преимущественно учащиеся 3–6 классов и преимущественно мужского пола. Экспертные рекомендации к обучению: усиление заданий на развитие уверенности в себе, навыков общения и коммуникации, поведения в конфликтах, целеполагание.

**Кластер А7:** Школьники с высокой дисциплинированностью и целеустремленностью, но с недостаточным уровнем регуляции эмоций и замкнутые в общении. К данному кластеру относятся преимущественно подростки 15–17 лет – учащиеся лицеев и гимназий. Экспертные рекомендации к обучению: усиление заданий на развитие уверенности в себе, эмоциональный интеллект, общение и поведение в конфликтах, целеустремленности.

Следующим этапом является составление правил, согласно которым будет генерироваться индивидуальная траектория формирования качеств, связанных с лидерством. Обозначим  $\theta_{i,j}$  степень принадлежности  $i$ -того наблюдения к ближайшему нейрону  $j$  кластера  $k$ :

$$\theta_{i,j} = \frac{1}{d_{\min}(x_i, w_j)}, w_j \in A_k.$$

Задания разбиты на 8 блоков  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_8\}$ , каждый из которых направлен на развитие той или иной компоненты лидерских качеств (нестандартное мышление, управление эмоциями, коммуникативность, поведение в конфликтах, целеустремленность, креативность, уверенность в себе, ответственность).

Индивидуализация траектории обучения производится путем изменения относительной частоты заданий из различных блоков  $B$ , исходя из степени принадлежности рассматриваемого учащегося к тому или иному кластеру  $k$ :

$$f'_{ij} = f_{ij} \cdot (1 + k_{im} \cdot \theta_{i,j}),$$

где  $f_{ij}$  – изначальная относительная частота заданий из блока  $i$  для наблюдения  $j$ ,  $f'_{ij}$  – итоговая относительная частота заданий из блока  $i$  для наблюдения  $j$ ,  $k_{im}$  – коэффициент влияния попадания в кластер  $m$  на частоту заданий из блока  $i$ . Коэффициенты  $k$  получены экспертным методом и приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициент влияния попадания в кластер на частоту заданий из блоков  
Table 1 – Impact factor of cluster hit on the frequency of tasks from blocks

	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$
A <sub>1</sub>	2	2	2	2	2	2	1	1
A <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
A <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
A <sub>4</sub>	1	2	2	2	2	2	2	1
A <sub>5</sub>	2	2	2	2	2	2	2	2
A <sub>6</sub>	2	2	2	2	2	2	1	2
A <sub>7</sub>	1	2	2	2	2	2	1	1

### Особенности практической реализации мобильного приложения

Мобильное приложение является связующим звеном между пользователем и обучающими адаптивными программами. На этапе проектирования было выделено 12 модулей, 8 из которых являются обязательными, а 4 отвечают за удержание пользователя в мобильном приложении. Модуль генерации индивидуальной траектории обучения позволяет получать информацию об относительных частотах заданий из каждого блока по приведенной выше математической модели. Информация о пользователе хранится в базе данных и используется для выбора программы обучения и ее корректировки. Приложение имеет дружелюбный пользовательский интерфейс.

Архитектурно приложение является трехзвенным, включающим в себя сервер с базой данных, сервер приложений, а также клиент.

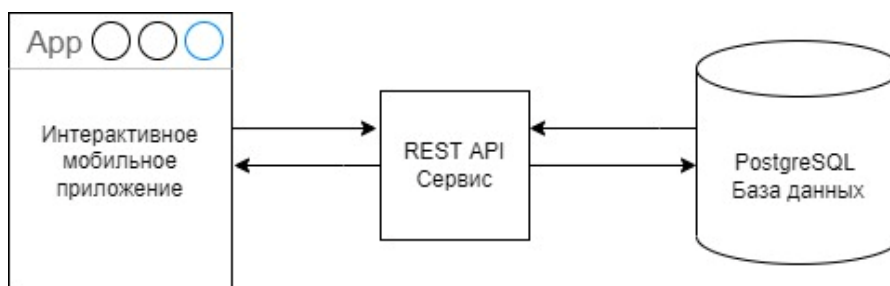


Рисунок 4 – Архитектура разработанного приложения  
Figure 4 – Architecture of the developed application



База данных отвечает за сохранение информации о зарегистрированных пользователях и их параметрах, а также текущего прогресса развития. База данных реализована и поддерживается свободной системой управления базами данных PostgreSQL [9]. REST API сервис – постоянно работающие на сервере программные модули, реализованные на языке Go. Модули принимают http-запросы от клиентского приложения, обрабатывают их, при необходимости стоят запросы и получают данные из базы данных, а также формируют и возвращают http-ответы.

Интерактивное мобильное приложение работает под управлением операционной системы Android, написано на языке программирования C# с использованием платформы создания трехмерного интерактивного контента Unity [10].

### Заключение

Итак, в рамках данного исследования разработано инновационное мобильное игровое приложение «СМАРТРИ», которое позволяет эффективно развивать лидерские качества школьников. Игровое приложение соответствует концепции «инновационной образовательной технологии», а при формировании индивидуальных траекторий обучения используется результат нейросетевой кластеризации анкет и степень отнесения рассматриваемого пользователя к тому или иному кластеру.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Серов А.Г. Развитие лидерских качеств у подростков на основе ситуационного подхода. *Карельский научный журнал*. 2015;(1):67–69.  
Serov A.G. The development of adolescents leadership qualities based on situational approach. *Karel'skii nauchnyi zhurnal = Karelian Scientific Journal*. 2015;(1):67–69. (In Russ.).
2. Зубанова Л.Б. Сущность лидерства и возможность формирования его потенциала. *Педагогическое образование и наука*. 2007;(2):53–57.  
Zubanova L.B. Essence of leadership and opportunity of formation of its potential. *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*. 2007;(2):53–57. (In Russ.).
3. Менегетти А. *Практикум лидера*. Москва: Онтопсихология; 2010. 192 с.  
Menegetti A. *Praktikum lidera*. Moscow: Ontopsikhologiya; 2010. 192 p. (In Russ.).
4. Колесникова И.А., Горчакова-Сибирская М.П. *Педагогическое проектирование*. Москва: Академия; 2005. 288 с.  
Kolesnikova I.A., Gorchakova-Sibirskaya M.P. *Pedagogicheskoe proektirovanie*. Moscow: Academia; 2005. 288 p. (In Russ.).
5. Гудвин Дж. *Исследование в психологии: Методы и планирование*. Санкт-Петербург: Питер; 2004. 558 с.  
Goodwin C.J. *Research in Psychology: Methods and Design*. Saint Petersburg: Piter; 2004. 558 p. (In Russ.).
6. Дубова М.С., Кумова С.В., Кузьмин А.К., Струбалин П.В. Применение нейросетевой кластеризации данных в задаче развития лидерских качеств школьников. В сборнике: *Проблемы управления в социально-экономических и технических системах: Сборник научных статей: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, 14–15 апреля 2022 года, Саратов, Россия*. Саратов: Издательский центр «Наука»; 2022. С. 138–142.  
Dubova M.S., Kumova S.V., Kuz'min A.K., Strubalin P.V. Primenenie neirosetevoi klasterizatsii dannykh v zadache razvitiya liderskikh kachestv shkol'nikov. In: *Problemy upravleniya v sotsial'no-ekonomicheskikh i tekhnicheskikh sistemakh: Sbornik nauchnykh statei: Materialy XVIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 14–15*

- April 2022, Saratov, Russia. Saratov: Izdatel'skii tsentr "Nauka"; 2022. pp. 138–142. (In Russ.).*
7. Баюк Д.А., Баюк О.А., Берзин Д.В. и др. *Практическое применение методов кластеризации, классификации и аппроксимации на основе нейронных сетей.* Москва: Прометей; 2020. 448 с.  
Bayuk D.A., Bayuk O.A., Berzin D.V. et al. *Prakticheskoe primeneniye metodov klasterizatsii, klassifikatsii i approksimatsii na osnove neironnykh setei.* Moscow: Prometei; 2020. 448 p. (In Russ.).
  8. Kohonen T. *Self-Organizing Maps.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2001. 502 p.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-56927-2>
  9. Моргунов Е.П. *PostgreSQL. Основы языка SQL.* Санкт-Петербург: БХВ-Петербург; 2018. 336 с.  
Morgunov E.P. *PostgreSQL. Osnovy yazyka SQL.* Saint Petersburg: BKhV-Peterburg; 2018. 336 p. (In Russ.).
  10. Хокинг Д. *Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#.* Санкт-Петербург: Питер; 2016. 336 с.  
Hocking J. *Unity in Action. Multiplatform Game Development in C#.* Saint Petersburg: Piter; 2016. 336 p. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Кузьмин Алексей Константинович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладные информационные технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., Саратов, Российская Федерация.  
*e-mail:* [kuz\\_alex\\_konst@mail.ru](mailto:kuz_alex_konst@mail.ru)  
ORCID: [0000-0003-2426-3684](https://orcid.org/0000-0003-2426-3684)

**Aleksey K. Kuzmin**, Candidate of Technical Science, Associate Professor at the Department of Applied Information Technology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, the Russian Federation.

**Пиминов Дмитрий Алексеевич**, магистр информационных технологий, старший преподаватель кафедры «Прикладные информационные технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., Саратов, Российская Федерация.  
*e-mail:* [dima-piminov@yandex.ru](mailto:dima-piminov@yandex.ru)  
ORCID: [0000-0002-7234-6874](https://orcid.org/0000-0002-7234-6874)

**Dmitriy A. Piminov**, Master of Science in Information Technology, Senior Lecturer at the Department of Applied Information Technology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, the Russian Federation.

**Кумова Светлана Валентиновна**, кандидат политических наук, доцент кафедры «Прикладные информационные технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., Саратов, Российская Федерация.  
*e-mail:* [skumova@mail.ru](mailto:skumova@mail.ru)  
ORCID: [0000-0002-8385-7047](https://orcid.org/0000-0002-8385-7047)

**Svetlana V. Kumova**, Candidate of Political Science, Associate Professor at the Department of Applied Information Technology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, the Russian Federation.

**Кузнецова Ксения Дмитриевна**, магистр информационных технологий, старший преподаватель кафедры «Прикладные информационные технологии» Саратовского

**Kseniya D. Kuznetsova**, Master of Science in Information Technology, Senior Lecturer at the Department of Applied Information Technology,

государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., Саратов, Российская Федерация.

*e-mail:* [kseniya.kuz97@gmail.com](mailto:kseniya.kuz97@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-4435-4332](https://orcid.org/0000-0002-4435-4332)

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, the Russian Federation.

**Дубова Маргарита Сергеевна**, магистр педагогики одаренности, директор школы дополнительного образования «Школа Лидеров Смарт», Саратов, Российская Федерация.

*e-mail:* [dubova\\_margarita@mail.ru](mailto:dubova_margarita@mail.ru)

ORCID: [0000-0001-7979-4760](https://orcid.org/0000-0001-7979-4760)

**Margarita S. Dubova**, Master of Science in Pedagogy of Gifted, Director of the School of Additional Education "Smart Leaders School", Saratov, the Russian Federation.

*Статья поступила в редакцию 28.08.2024; одобрена после рецензирования 10.09.2024; принята к публикации 25.09.2024.*

*The article was submitted 28.08.2024; approved after reviewing 10.09.2024; accepted for publication 25.09.2024.*