

Международный журнал
информационных технологий
и энергоэффективности |



Том 6 Номер 1 (19)



2021



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

-
- | | |
|--|--|
| 1. Быков В.Э. Анализ существующих методов прогнозирования, применяемых в умном доме. 3 | |
| Bykov V.Y. Analysis of existing forecasting methods, used in a smart home. | |
-
- | | |
|---|--|
| 2. Ерш В.С., Новиков И.А. Идентификация рисков как элемент системы управления рисками в организации. 14 | |
| Ersh V.S., Novikov I.A. Identification of risks as an element of an organization's risk management system. | |
-
- | | |
|---|--|
| 3. Арбузов А.Д. Метод мониторинга динамики кластеров социотехнических систем на основе нечеткого когнитивного подхода. 23 | |
| Arbuzov A.D. Method of monitoring the dynamics of clusters of sociotechnical systems based on fuzzy cognitive approach. | |
-
- | | |
|--|--|
| 4. Нагорных М. Э., Антонов А.А., Чернышёв С. А. Программное обеспечение для дистанционного управления приложениями посредством жестов кистей рук. 34 | |
| Nagornykh M.E., Antonov A.A, Chernyshev S.A. Software for remote control of applications through hand gestures. | |
-
- | | |
|--|--|
| 5. Дук Г. В., Быков А.Н., Чернышев С. А. Обзор и применение теории аукционов в мультиагентных системах. 42 | |
| Dyk G.V., Bykov A.N., Chernyshev S.A. Review and application of auction theory in multi-agent systems. | |
-
- | | |
|--|--|
| 6. Кизянов А.О., Кизянова Ю.Р., Баженов Р.И. Разработка информационной системы учета данных педагогических работников. 50 | |
| Kizyanov A.O., Kizyanova Y.R., Bazhenov R.I. Development of an information system for accounting the data of pedagogical workers. | |
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.89

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УМНОМ ДОМЕ

Быков В.Э.

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: gypnopinkie@yandex.ru.

В данной работе рассмотрены методы прогнозирования, применяющиеся в системах умного дома. Проанализированы 3 метода прогнозирования: ActiveLezi (ALZ) – метод, основанный на алгоритме сжатия строк, а также искусственные нейронные сети (ИНС), а именно многослойный персептрон с обратным распространением ошибки и рекуррентная нейронная сеть (LSTM). Произведено сравнение точности рассмотренных методов в задаче предсказания следующей комнаты, которую посетит житель УД на основе датасета CASAS H114.

Ключевые слова: умный дом (УД), методы прогнозирования, ActiveLezi (ALZ), искусственные нейронные сети (ИНС), многослойные персептрон, рекуррентные нейронные сети, LSTM.

ANALYSIS OF EXISTING FORECASTING METHODS, USED IN A SMART HOME

Bykov V.Y.

Smolensk Branch of the National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Smolensk, Russia (214013, Smolensk, Energeticheskyy proezd, 1), e-mail: gypnopinkie@yandex.ru

This paper looks at the forecasting methods used in smart home systems. Three forecasting methods are analyzed: ActiveLezi, a method based on the string compression algorithm, as well as artificial neural networks (INS), namely multi-layered perceptron with reverse spread of error and recurrent neural network (LSTM). A comparison of the accuracy of the methods reviewed is made in the task of predicting the next room, which will be visited by a resident of the UD based on the DATASET CASAS H114.

Keywords: Smart Home (UD), Predictive Methods, ActiveLezi (AL), Artificial Neural Networks (INS), Multi-Layered Perceptron, Recurrent Neural Networks, LSTM.

1. Умный дом

Умный дом – это система, предназначенная для автоматизации некоторых повседневных действий человека в комнате и\или доме.

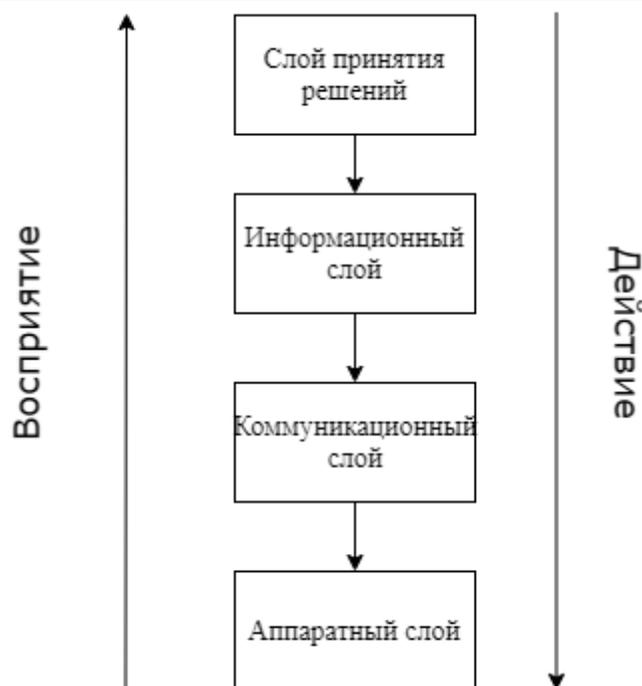


Рисунок 1 – Архитектура умного дома с точки зрения восприятия информации и принятия решений

Если рассматривать архитектуру умного дома с точки зрения восприятия информации и принятия решений, то можно выделить 4 слоя [1]: слой принятия решений, информационный слой, коммуникационный слой и аппаратный. Аппаратный слой состоит из датчиков, актуаторов (исполнительных устройств) и необходимого сетевого оборудования. Коммуникационный слой состоит из ПО, которое форматирует и перераспределяет информацию между различными устройствами (агентами) УД, между пользователем и УД, между другими внешними источниками и УД. Информационный слой собирает, хранит и генерирует необходимые данные полезные для принятия решения. Данный слой уже может выполнять задачи распознавания и классификации действий пользователя. Последний слой – слой принятия решений решает какие необходимые действия необходимо принять на основании принятой информации от информационного слоя. Исходя из данной иерархии, рисунок 1, можно сделать вывод о том, что процесс восприятия информации восходящий, тогда как процесс выбора необходимого действия нисходящий.

В данной статье будут рассматриваться алгоритмы, использующиеся для управления УД. На данный момент одной из основных задач для принятия решений в контексте умного дома является задача прогнозирования. Прогнозирование действий человека позволяет максимизировать комфорт хозяина дома и оптимизировать энергозатраты через уменьшение взаимодействия между ним и домом.

2. ActiveLeZi (ALZ)

ActiveLeZi (ALZ) – это модификация алгоритма сжатия последовательности символов (строки) LZ78, который в свою очередь основан на марковских моделях. Данный алгоритм предназначен для последовательного прогнозирования символов. В контексте умного дома последовательность символов может нести в себе информацию о последовательности

включений приборов, последовательности движений хозяина дома по различным комнатам. Например, на рисунке 2 изображено графовое представление планировки квартиры, в котором вершины имеют уникальный символ, означающий комнату, а рёбра представляют собой возможность перехода в другую комнату. Строка «dgoogdklrmcmamrlkdlrmamc» означает, что начало наблюдения за местонахождением пользователя началось в столовой, затем он перешел в гараж, два отрезка времени провел на улице и потом снова вернулся в гараж [2].

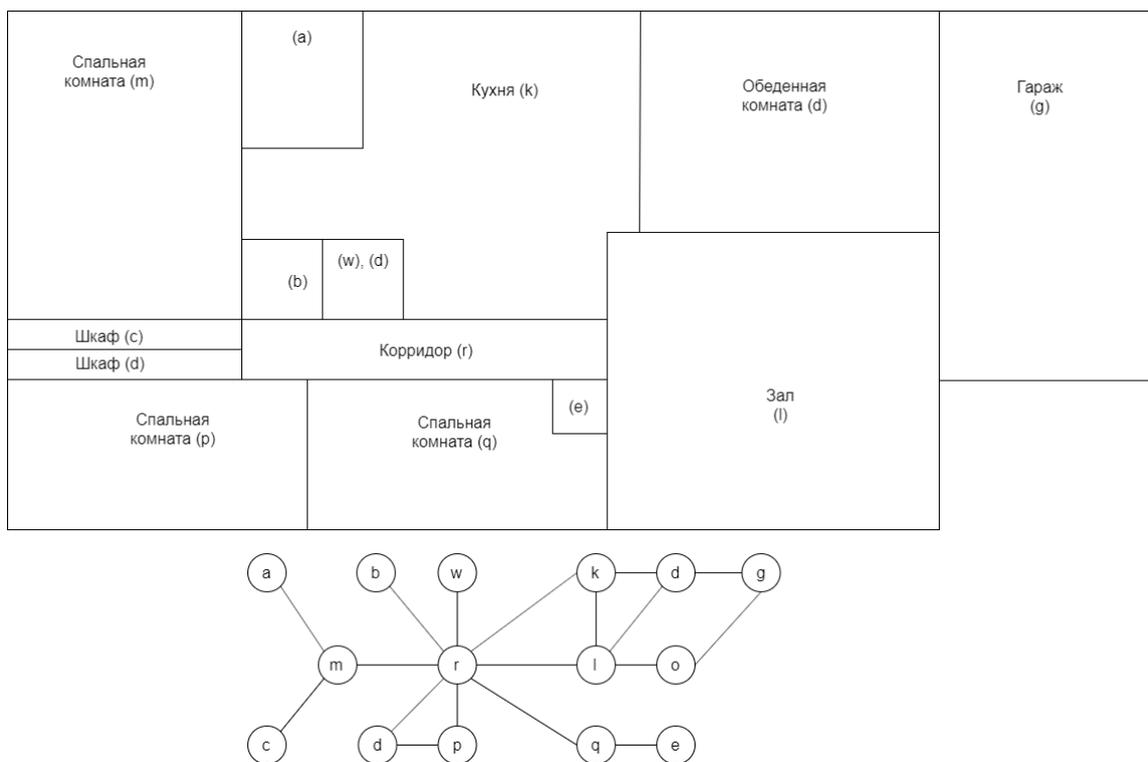


Рисунок 2 – Пример планировки квартиры представленной в виде графа

Суть алгоритма в том, что он преобразует входящую строку « x_1, x_2, x_i » в несколько подстрок « w_1, w_2, w_i ». Каждая подстрока может встречаться несколько раз как префикс в других подстроках (имеющей более большую длину) и на основе этого высчитываются и хранятся (чаще всего в виде дерева) вероятности появления следующего символа после префикса.

Покажем работу алгоритма [3] на примере строки $x = \text{«}aaababbbbbaabccddcbaaaa\text{»}$. После работы алгоритма выделен следующий набор фраз: «a, aa, b, ab, bb, bba, abc, c, d, dc, ba, aaa». Для каждой из фраз была посчитана частота появления в других фразах в качестве префикса, рисунок 3. Исходя из дерева, вероятность появления «a», после фразы «a(5)» равна $\frac{2}{5}$, появление первой «a» $\frac{5}{12}$.

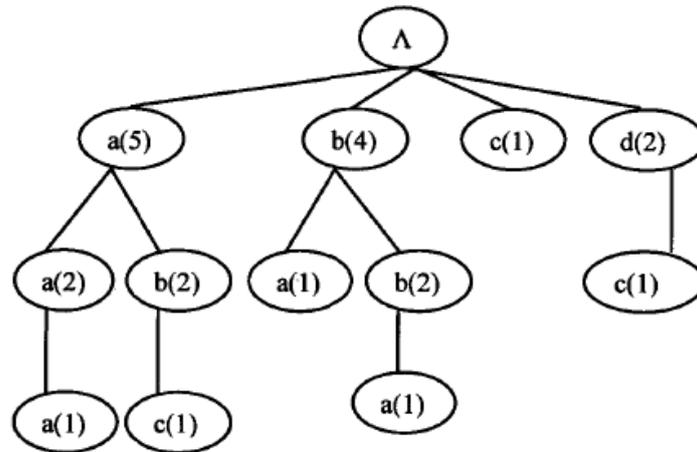


Рисунок 3 – Дерево, сформированное алгоритмом LZ78

Но у LZ78 есть проблема в том, что при увеличении длины изначальной входной строки, начинают теряться фразы. Потери такой информации избегает алгоритм ActiveLezi, путём введения окна, внутри которого и собирается статистика. Размер этого окна выбирается равным размеру самой длинной подстроки, найденной алгоритмом LZ78. Результат работы данного алгоритма можно увидеть на рисунке 4. Как можно заметить, после работы алгоритма сохранилось намного больше информации, что особенно важно для задачи прогнозирования.

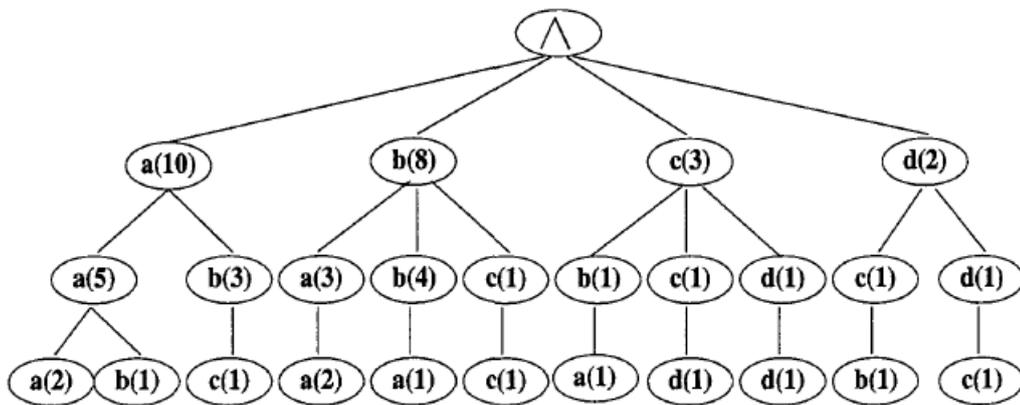


Рисунок 4 – Дерево, сформированное алгоритмом ActiveLezi

После формирования дерева можно вычислить вероятность появления жителя УД для каждой комнаты по некоторой истории передвижения. Например, вероятность появления жителя в комнате «с» при предыдущих передвижениях «аа», можно вычислить по формуле 1. Где $\frac{0}{5}$ – вероятность появления «с» после фразы «аа», а $\frac{2}{5}$ – вероятность возврата на порядок ниже (глубина дерева - 1), то есть вероятность отсутствия следующей буквы после «аа». $\frac{0}{5}$ – вероятность появления «с» после «а», а $\frac{2}{10}$ – вероятность возврата на порядок ниже после «а».

$$\frac{0}{5} + \frac{2}{5} * \left(\frac{0}{5} + \frac{2}{10} * \left(\frac{3}{23} \right) \right) \quad (1)$$

3. Нейросетевой подход

Сегодня использование нейросетевых моделей становится наиболее популярным методом машинного обучения на основе собранных данных. Нейросети могут выполнять задачи классификации (в контексте умного дома используется для распознаваний действий пользователя, принятие решений по управлению исполнительными устройствами УД), прогнозирования (предугадывание действий пользователя). Грубо говоря, искусственные нейронные сети (ИНС) отображают входные данные на соответствующие выходы. Свойство обобщения ИНС позволяет найти незаметные паттерны (закономерность) среди данных и получить подходящий результат на выходе.

ИНС состоят из множества простых взаимосвязанных элементов, называемых нейронами. Каждый нейрон на вход получает множество входных значений, которые перемножаются со своим весовым коэффициентом, складывается, а затем подается на вход функции активации (обычно сигмоида или гиперболический тангенс), как показано на рисунке 5. Далее множество нейронов объединяются в слои. Слой – множество нейронов, которые получают входную информацию из одного источника (входного или скрытого слоя) и все их выходы соединены с теми же нейронами следующего слоя (скрытого или выходного слоя) [4].

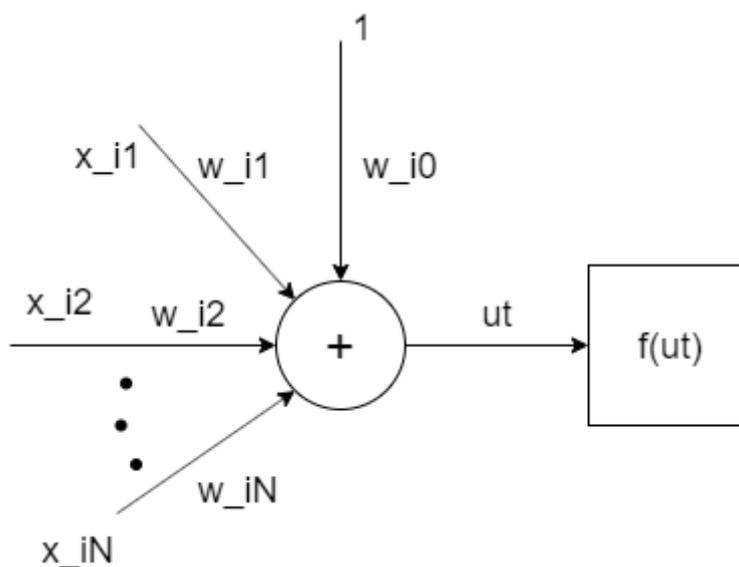


Рисунок 5 – Модель нейрона

Существует множество различных типов ИНС, применяющиеся для решения различных в контексте УД. Есть, например, многослойный персептрон (МП) (использующийся для классификации и реже прогнозирования), рекуррентные сети (хороши в задаче прогнозирования, особенно если они заданы как в случае, когда мы рассматривали ActiveLezi), свёрточные нейронные сети (распознавание изображений с видеокамер (ССТV)).

В рамках данной статьи, рассмотрим следующий пример использования многослойной ИНС. Так в работе [5], ИНС используется для прогнозирования температуры внутри УД на

основе полученных ранее данных. В данной работе автор рассматривает несколько способов обучения многослойного перцептрона, а именно MLP, AMLP, OMLP, OAMLP.

1. MLP: ИНС обучена единожды на одном наборе данных.

2. AMLP: ИНС обучена на старом наборе данных, а также итерационно до обучается еженедельно на основе и старых, и новых данных.

3. OMLP: ИНС обучена на старом наборе данных, а также корректировка весов происходит после получения нового паттерна данных (то есть, например, если температура собирается раз в полчаса, то и корректировка весов ИНС происходит с тем же интервалом).

4. OAMLP = OMLP + AMLP.

На вход МП подается следующие данные, таблица 1.

Таблица 1 – Данные на входе МП

Название	Тип
Статус системы отопления	Бинарный
Температура, которую вырабатывает система отопления внутри УД	Действительное число
Статус системы кондиционирования воздуха	Бинарный
Температура, которую вырабатывает система кондиционирования воздуха	Действительное число
Влажность «за окном»	Действительное число
Температура «за окном»	Действительное число
Солнечная радиация	Действительное число
Температура внутри УД (Т)	Действительное число
Предыдущая температура (Т - 1)	Действительное число

На основе входных данных была разработана следующая топология ИНС:

- 10 нейронов входного слоя;
- 1 нейрон выходного слоя;
- 20 нейронов выходного слоя ($2 \cdot$ кол-во нейронов входного слоя) [8];
- скорость обучения 0.01;
- функция активации скрытого слоя – сигмоидальная функция;
- функция активации выходного слоя – линейная функция.

По результату тестирования ИНС с 4 подходами к обучению описанным выше, в работе [7] было установлено, что OMLP и OAMLP позволяют получить довольно точный прогноз температуры в следующей отрезок времени, со среднеквадратичной ошибкой меньше 0.05.

Ещё одной разновидностью нейронных сетей являются рекуррентные нейронные сети. До этого многослойная нейронная сеть обрабатывала текущие входные данные независимо от предыдущих. Рекуррентная нейронная сеть также как и человеческий интеллект воспринимает информацию последовательно, сохраняя состояние, полученное от предыдущих элементов данных. Схематично такую сеть изображают, рисунок 6, с внутренним циклом и говорят, что

она имеет память [7]. Такого типа нейронные сети хорошо себя показывают в предсказании следующего символа или слова исходя из предыдущего текста.

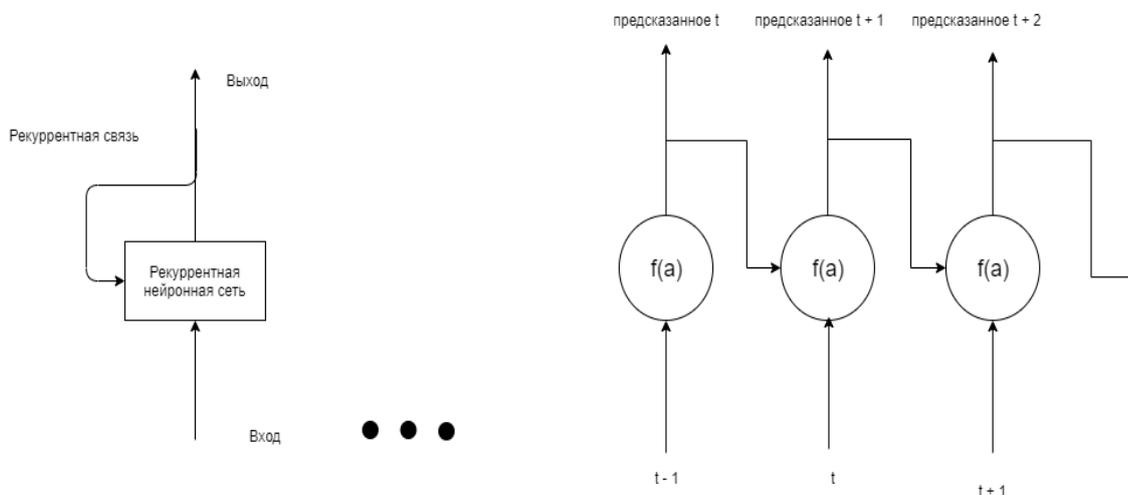


Рисунок 6 – Упрощенная схема рекуррентной нейронной сети

На данный момент два типа рекуррентных сетей получили широкое распространение при решении задачи прогнозирования – это LSTM и GRU. Они имеют разную внутреннюю структуру, но очень схожи поэтому в рамках данной работы рассмотрим применение LSTM для предсказания последующих событий (например, перемещение жителя по комнатам) в УД. Так, например, в работе [8] представлено сравнение LSTM с другими методами последовательного прогнозирования действий пользователя, а также продолжительности этого действия. Наилучшую точность показала нейронная сеть с двумя последовательными слоями LSTM.

5. Сравнение методов прогнозирования, плюсы и минусы

Для сравнения методов была выбрана задача прогнозирования следующей комнаты, в которую войдет житель УД. Все результаты получены с использованием датасета CASAS NH114. В данном датасете находятся показания датчиков передвижения по квартире за 1 месяц. В квартире имеется 4 комнаты, и прихожая в которых расположены 13 датчиков движения, рисунок 7. Сам датасет имеет формат в виде таблицы (дата, время, датчик, показание датчика (для датчика движения булево значение)). После обработки нужных строк таблицы получено 87 000 строк, 80 % процентов которых будет использоваться для обучения, а 20 % для проверки точности модели.

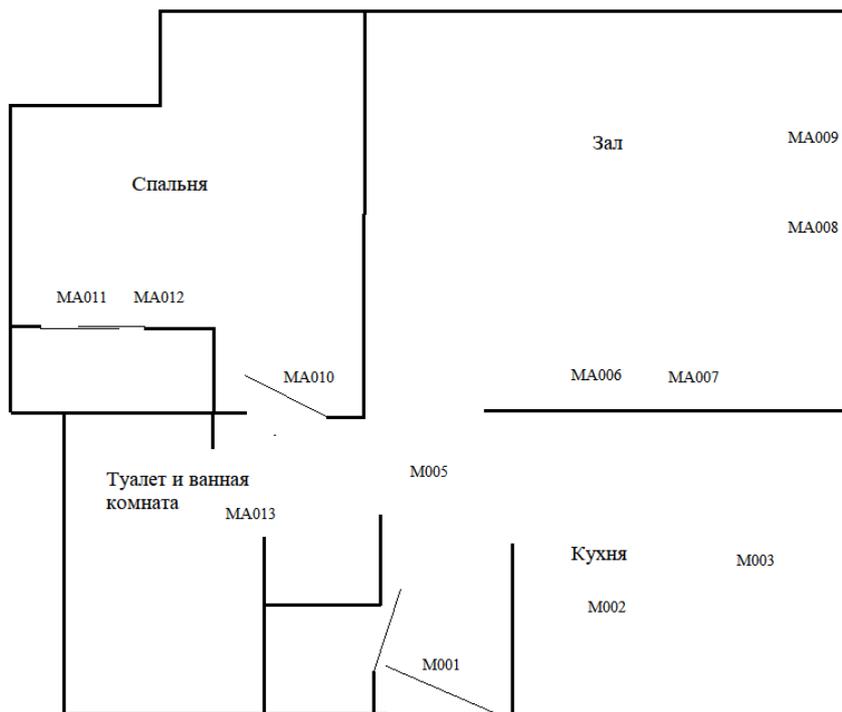


Рисунок 7 – Схема квартиры из датасета HH114

Начнём с ActiveLezi. Точность данного алгоритма можно увидеть на рисунке 8. Точность ALZ сравним с точностью многослойного персептрона, но меньше, чем у LSTM. Однако недостатком данного алгоритма можно выделить сложность его распараллеливания, так как он основан на алгоритме последовательного сжатия и данные на предыдущем шаге важны для следующего. В итоге распараллелить можно только в месте, где мы высчитываем вероятность каждого отдельного символа. Данный факт негативно влияет на скорость предсказания (даже не на скорость обучения (формирование статистики строки в дерево))



Рисунок 8 – Точность прогнозирования ActiveLezi

Многослойный перцептрон. В данном случае входные данные были закодированы в двоичном виде (номер датчика в двоичном виде ($4 = [0\ 1\ 0\ 0]$)). Поэтому 1 нейрон входного слоя принимает булево значение, а всего нейронов во входном слое равняется произведению 4 и количества последних показаний с датчика (например модель, предсказывающая срабатывание следующего датчика по 4 последним показаниям, имеет $4*30=120$ входов). Выходные данные модели закодированы с помощью one-hot encoding и поэтому выходной слой имеет 14 (13 датчиков + 1) выходов и функцию активации softmax. Так же имеется 2 скрытых слоя с сигмоидой и размером в N нейронов. N вычисляется по формуле 2. В скобках вычисляется сумма из размеров входного и выходного слоем. Эмпирическим путем было установлено что лучшая точность достигается при предсказании на основе 30 последних показаний с датчика и поэтому $N = 89$.

Точность прогнозирования многослойного нейрона можно увидеть на рисунке 9. Многослойный перцептрон имеет довольно быструю скорость работы по сравнению с ALZ (при обучении и непосредственно прогнозировании) за счёт параллельных вычислений. Но всё же имеет более низкую точность по сравнению с рекуррентными сетями в такого рода задачах.

$$N = \frac{2}{3} * (N_o + N_i) \quad (2)$$

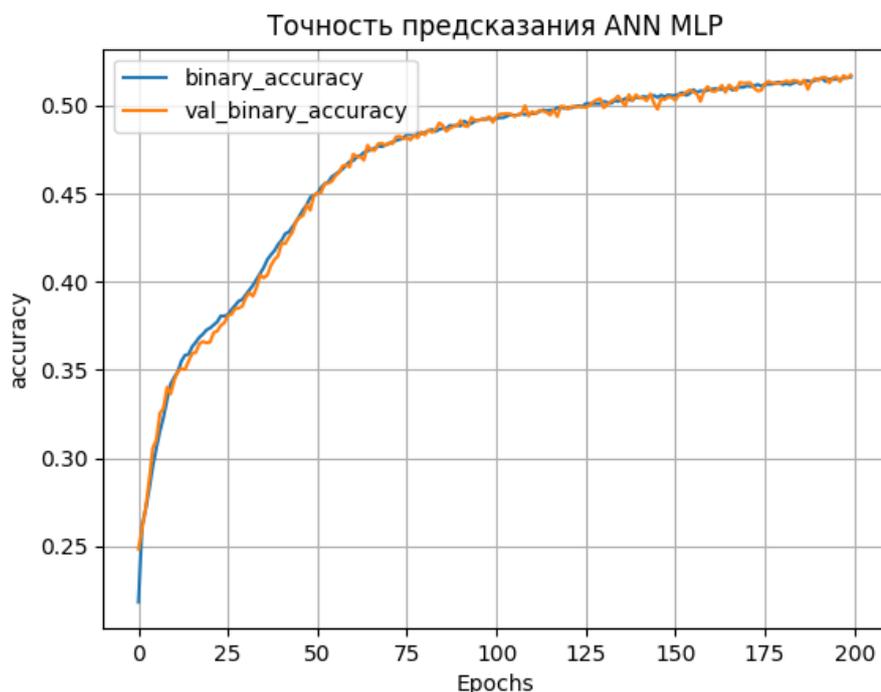


Рисунок 9 – Точность прогнозирования многослойного перцептрона

И наконец LSTM. Такие параметры сети как количество нейронов в слоях, функции активации подбирались так же, как и у многослойного перцептрона. Отличие в том, что предсказание делалось на основе 50 показаний с датчиков, а номер датчика во входных данных кодировался с помощью минимаксной нормализации.

Точность прогнозирования можно видеть на рисунке 10. LSTM имеет наилучшую точность среди рассмотренных методов. Однако, можно выделить один недостаток – большая вычислительная сложность при обучении модели. При большом количестве скрытых слоев и количестве нейронов в них, возникает необходимость обучения модели на машине с достаточно производительным GPU.

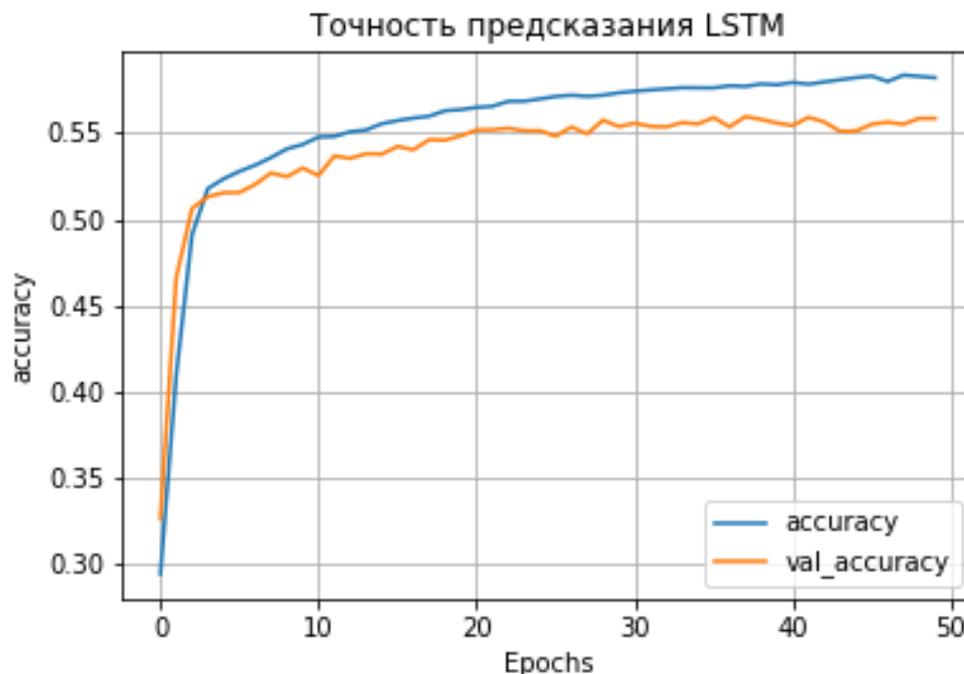


Рисунок 10 – Точность прогнозирования LSTM

Сравнение точности всех методов прогнозирования можно увидеть в итоговой таблице 2. Для замера времени выполнения использовались данные первых 4 дней датасета, а сами алгоритмы выполнялись на CPU Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.20GHz, предоставленный сервисом Google Colaboratory. Как видно из данной таблицы лучшую точность показал LSTM. Лучшее время обучения и прогнозирования в сумме показал многослойный перцептрон, это означает что в задачах, которые подразумевают периодическое дообучение модели при недостатке вычислительной мощности лучше использовать именно его. Алгоритм ActiveLezi же показал худшее время из-за сложности его распараллеливания.

Таблица 2 – Сравнение методов прогнозирования

Метод	ActiveLezi	Многослойный перцептрон	LSTM
Точность, %	49.48	51.60	56.40
Время обучения\ сбора статистики, мм:сс	00:0,06	00:18,79	00:21,96
Время прогнозирования, мм:сс	36:13,69	00:0,15	00:0,64

Список литературы

1. Aditi Dixit, Anjali Naik. Use of Prediction Algorithms in Smart Homes // International Journal of Machine Learning and Computing. April 2014. Vol. 4, No. 2.
2. Sajal K. Das, Diane J. Cook, Amiya Bhattacharya, Edwin O. Heierman And Tze-Yun Lin. The role of prediction algorithms in the MavHome smart home architecture // University of Texas at Arlington: IEEE Wireless Communications. December 2002. pp. 78 – 84.
3. K. Gopalratnam and D. J. Cook. Active Lezi: an incremental parsing algorithm for sequential prediction // International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2004. Vol. 13, No.4. pp. 917 – 929.
4. Нейронные сети для обработки информации / И.Д. Рудинского. — М.: Финансы и статистика, 2002. — с. 344.
5. Sadi Alawadi, David Mera, Manuel Fern´andez-Delgado, and Jos´e A. Taboada. Comparative Study of Artificial Neural Network Models for Forecasting the Indoor Temperature in Smart Buildings // Springer International Publishing. 2017. pp. 29 – 38.
6. Swingler, K.: Applying Neural Networks: A Practical Guide. Morgan Kaufmann // San Francisco. 1996.
7. Глубокое обучение на Python. / Шолле Франсуа. — СПб.: Питер, 2018. — 400 с.:
8. Niek Tax.: Human Activity Prediction in Smart Home Environments with LSTM Neural Networks. // 2018 International Conference on Intelligent Environments. 2018.

References

1. Aditi Dixit, Anjali Naik. Use of Prediction Algorithms in Smart Homes // International Journal of Machine Learning and Computing. April 2014. Vol. 4, No. 2.
 2. Sajal K. Das, Diane J. Cook, Amiya Bhattacharya, Edwin O. Heierman And Tze-Yun Lin. The role of prediction algorithms in the MavHome smart home architecture // University of Texas at Arlington: IEEE Wireless Communications. December 2002. pp. 78 – 84.
 3. K. Gopalratnam and D. J. Cook. Active Lezi: an incremental parsing algorithm for sequential prediction // International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2004. Vol. 13, No.4. pp. 917 – 929.
 4. Neural networks for processing information / I.D. Rudinsky. M.: Finance and statistics, 2002. – 344p.
 5. Sadi Alawadi, David Mera, Manuel Fern´andez-Delgado, and Jos´e A. Taboada. Comparative Study of Artificial Neural Network Models for Forecasting the Indoor Temperature in Smart Buildings // Springer International Publishing. 2017. pp. 29 – 38.
 6. Swingler, K.: Applying Neural Networks: A Practical Guide. Morgan Kaufmann // San Francisco. 1996.
 7. Deep learning on Python. / Scholle Francois. St. Petersburg: Peter, 2018. 400 p.:
 8. Niek Tax.: Human Activity Prediction in Smart Home Environments with LSTM Neural Networks. // 2018 International Conference on Intelligent Environments. 2018.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.82

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

¹Ерш В.С., ²Новиков И.А.

^{1,2}Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: ¹victory.s.e@mail.ru, ²ignatnovikov@yandex.ru

Описывается базовый алгоритм идентификации рисков, который можно использовать как составляющую процесса управления рисками в организации. Дается классификация рисков, основанная на различных признаках. Описан подход к определению контекста, состоящий из двух основных этапов. Рассмотрены различные виды факторов, которые должны приниматься во внимание при обращении с рисками. Охарактеризованы методы, которые рекомендуется использовать при идентификации рисков.

Ключевые слова: *риск, идентификация рисков, система управления рисками, риск-менеджмент, классификация рисков, контекст риска, факторы рисков, методы экспертных оценок.*

IDENTIFICATION OF RISKS AS AN ELEMENT OF AN ORGANIZATION'S RISK MANAGEMENT SYSTEM

¹Ersh V.S., ²Novikov I.A.

Smolensk Branch of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Smolensk, Russia (214013, Smolensk, Energeticheskyy proezd, 1), e-mail: ¹victory.s.e@mail.ru, ²ignatnovikov@yandex.ru

The basic algorithm of risk identification is described, which can be used as part of the risk management process in the organization. A classification of risks based on various criteria is given. An approach to defining the context is described, which consists of two main stages. Various types of factors are considered that must be taken into account when dealing with risks. The methods that are recommended to be used for risk identification are characterized.

Keywords: *risk, risk identification, risk management system, risk management, risk classification, risk context, risk factors, expert assessment methods.*

Управление рисками рассматривается как центральная часть стратегического управления организацией, задачей которой является идентификация рисков и управления ими. При этом система управления рисками должна включать в себя программу контроля над выполнением поставленных задач, оценку эффективности проводимых мероприятий, а также систему поощрения на всех уровнях организации. Формирование системы управления рисками в организации начинается с определения целей управления рисками и идентификации рисков.

Процесс управления рисками – это систематическое применение управленческих механизмов (политик, решений, процедур и др.) и передового опыта в выяснении контекста, идентификации, анализе, аттестации, обработке, мониторинга и ревизии рисков, а также при проведении консультаций и осуществлении информационного взаимодействия [10]. Используется комплекс инструментов и механизмов на различных стадиях деятельности организации. Для эффективной работы процесс управления рисками требует [9]:

- поддержки со стороны руководителя и управленческого персонала организации;
- распределения обязанностей в организации;
- выделение необходимых ресурсов на обучение всех заинтересованных сторон и ознакомления их с программой управления рисками, принятой в организации.

Процесс управления рисками в организации включает выполнение следующих процедур: планирование управления рисками, идентификация рисков, качественная оценка рисков, количественная оценка, планирование реагирования на риски и мониторинг и контроль рисков [17]. Они изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Процесс управления рисками в организации

Наиболее сложный этап управления рисками в организации – это идентификация рисков, с которыми может столкнуться организация в процессе своей деятельности, так как именно на результатах этого этапа основывается вся дальнейшая работа. Идентификация рисков основывается на исторических и статистических данных, теоретическом анализе, обоснованных экспертных суждениях, а также на анализе потребностей и требований заинтересованных сторон.

Идентификация рисков определяется сущностью и контекстом источников, событий, причин и последствий рисков.

Источник риска – это определенная сущность со специфическим внутренним потенциалом, который самостоятельно или в комбинации с чем-то может порождать риск [4].

Событие – это появление или изменение определенного явления или набора обстоятельств [4]. Событие может иметь одно или несколько проявлений, а также одну или несколько причин. Иногда оно может упоминаться как «инцидент» или «несчастный случай». Событие без последствий может быть интерпретировано как «предпосылка к инциденту», «инцидент», «угрожающая событие» или «опасное состояние».

Опасность рассматривается как источник потенциального вреда. *Подверженность опасности* – это степень, в которой организация и/или причастная сторона подвергается влиянию события [4].

Последствия – это результаты событий, влияющих на достижение целей. Событие может приводить к ряду последствий. Они могут быть определенными или неопределенными, могут оказывать положительное или отрицательное влияние на достижение целей, а также могут быть выражены количественно или качественно. Начальные последствия могут вызвать цепь вторичных последствий, то есть приводить к «эффекту домино» [8].

Идентификация рисков занимается вопросами нахождения, составления перечня и описания элементов риска. К числу последних относят источники рисков или опасности, возможные угрозы, события, последствия и вероятность. Предлагается использовать следующий **алгоритм идентификации рисков** организации:

1. Выявление внутренних и внешних источников риска.
2. Формулировка целей организации.
3. Установление вида и направления влияния источников риска на определенные цели.
4. Определение суммарного эффекта влияния рисков событий на цели организации.
5. Прогнозирование возникновения рисков ситуаций и возможных препятствий управления рисками в организации.

Такой алгоритм позволяет учесть всю необходимую информацию для выявления рисков во всех сферах деятельности организации, а также сформировать систематизированный перечень рисков ситуаций согласно правилам распределения заданного множества объектов на подмножества в соответствии с установленными признаками их различия или сходства.

Для составления перечня рисков нужно иметь знание о причинах событий и последствий, которые в совокупности составляют полное описание рисков определенного вида деятельности организации. При комплексном подходе к управлению рисками важно выявить наиболее полный состав рисков в деятельности компании. Одним из методических средств решения этой задачи может стать классификация рисков. Она дает возможность разделить их на однородные кластеры и в последствии систематизировать.

Классифицировать риски, возникающие в процессе деятельности организации, можно на основе различных признаков [7]. Основные из них представлены на рисунке 2.

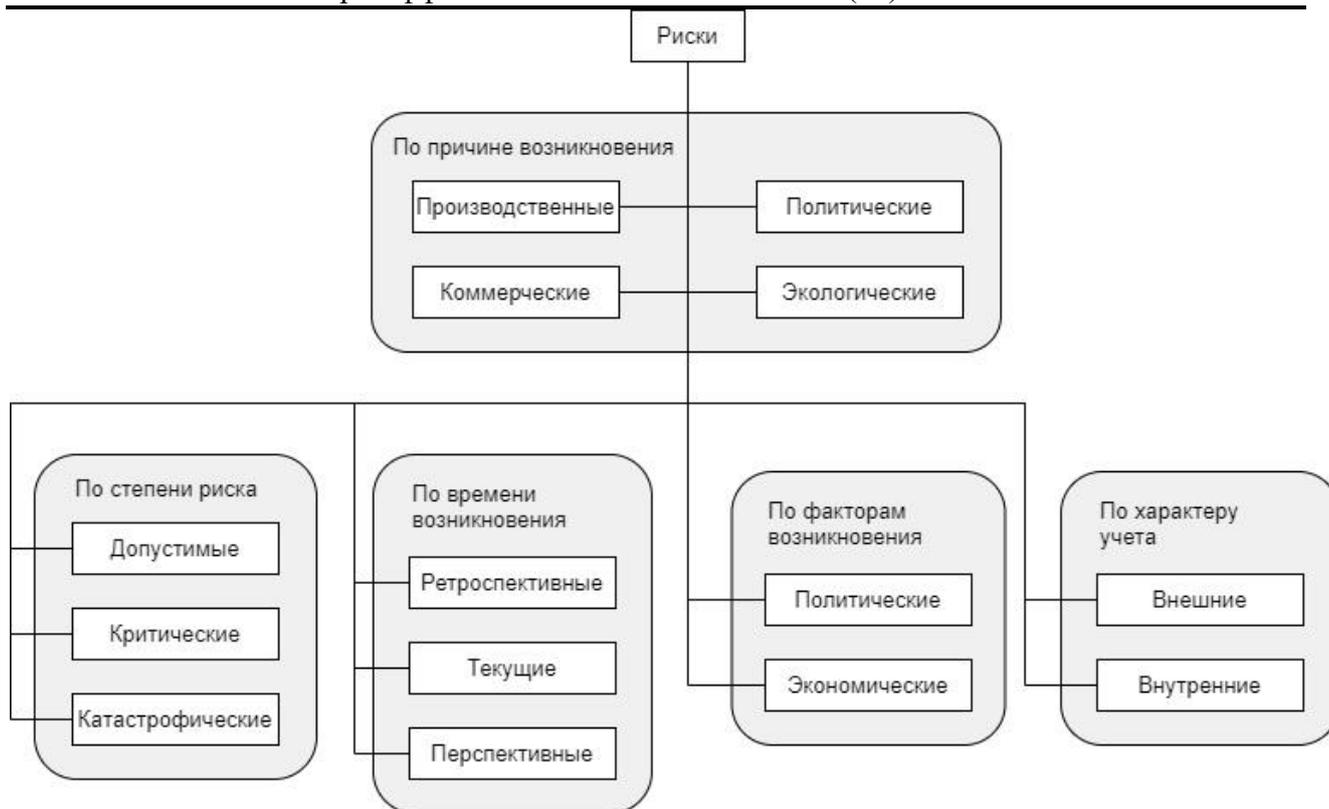


Рисунок 2 – Классификация рисков

Разработать всеобъемлющий перечень рисков можно в рамках систематического процесса управления рисками, который необходимо начинать с формулировки и определения контекста управления рисками.

Идентификация рисков позволяет установить основные черты, в рамках которых необходимо управлять рисками. Она включает в себя выяснение контекста риска, а именно определения внутренних и внешних параметров, которые будут приниматься во внимание при обращении с рисками, а также определения области действия и критериев рисков. Необходимо следить за тем, чтобы цели системы управления рисками учитывали специфику внешнего и внутреннего окружения компании.

Разработка контекста связана с определением основных целей компании, внешней и внутренней среды функционирования организации, ее рисков в процессе достижения целей, масштаба процесса управления рисками с разработкой структуры требований и задач по управлению рисками [13].

Важным также является определение перечня основных показателей для структурирования процесса идентификации рисков и определения их параметров. Под критерием риска понимаются определенные стандарты, сравнение с которыми дает возможность осуществить аттестацию риска.

Основной целью этой стадии является осуществление первоначальной оценки всех факторов риска, которые могут влиять на способность компании достичь запланированных целей. В результате этого нужно кратко сформулировать цели организации, точные критерии успеха, цели и масштаб системы управления рисками и последовательность этапов идентификации рисков. Особенно важно, чтобы процесс имел четкие границы (область

применения, цели и задачи, входные и выходные параметры, ресурсы и управляемые воздействия) [14].

Риск представляет собой соотношение вероятности возникновения рисков ситуации и ее последствий, что приводит к отклонению фактических результатов деятельности от запланированных. Запланированные результаты работы компании вытекают из поставленных целей – как на стратегическом уровне, так и на уровне функционирования ее бизнес-процессов. Поэтому, чтобы обеспечить качественную идентификацию всех значимых рисков, необходимо знать, как цели деятельности, так и цели бизнес-процессов.

Определение контекста можно разбить на два основных этапа [1]:

Первый этап – идентифицировать цели, задачи и внутренние параметры компании, а также внешние характеристики предпринимательской среды.

Второй этап – определить масштаб процесса управления рисками, основные вопросы и проблемы, которые ставятся перед организацией и взаимоотношения между стратегией организации и запланированными результатами бизнес-процессов.

При определении внешних характеристик предпринимательской среды должны учитываться следующие параметры [5]:

- деловое, социальное, нормативное, культурное, конкурентное, финансовое и политическое окружение организации;
- слабые и сильные стороны организации;
- перспективы организации и неблагоприятные факторы, препятствующие ее развитию;
- особенности внешних участников процесса управления рисками;
- ключевые факторы экономической деятельности организации.

В ходе реализации второго этапа можно использовать основополагающие документы, такие как стратегический план, бизнес-планы и бюджеты, годовые отчеты, экономические анализы и другую документацию, которая содержит зарегистрированную информацию о деятельности организации [16]. Также в ходе определения контекста управления рисками необходимо провести соотношение запланированных результатов бизнес-процессов с действующим законодательством.

Установление масштаба и границ системы управления рисками включает в себя [11]:

- определение целей и задач деятельности организации;
- формирование системы альтернативных решений по достижению целей;
- выявление приоритетности решений, которые необходимо принять;
- определение основных количественных характеристик: объемы, время, эффективность;
- определение объемов ресурсов и возможности их привлечения.

Необходимо также отметить, что процесс управления рисками не будет всеобъемлющим и полным, если не определить ключевые элементы деятельности, в отношении которой осуществляется управление рисками. Ключевые элементы деятельности представляют собой совокупность важных направлений (приоритетов деятельности), которые должны быть последовательно обработаны в процессе идентификации рисков.

Факторы риска играют первостепенную роль в принятии решений в условиях риска. Они определяются на основе анализа политической, экономической и финансово-кредитной политики [12].

Факторы рассматривают как внутренние и внешние параметры, которые будут приниматься во внимание при обращении с рисками. К внешним относятся риски, непосредственно не связанные с деятельностью организации. К внутренним относятся риски, обусловленные деятельностью самой организации. На их уровень влияет компетентность руководства, выбор стратегии и тактики, техническое оснащение, уровень производительности труда, специализация.

Внешние факторы определяются внешней средой и внешними условиями, в которых организация стремится к достижению своих целей. К внешним факторам могут относиться: аспекты культурной, социальной, политической, правовой, нормативной, финансовой, технологической, экономической среды на международном, национальном, региональном, местном или локальном уровне; основные движущие силы и тенденции, влияющие на цели организации; отношения с внешними причастными сторонами, их представления и ценности [3].

Внутренние факторы определяются внутренней средой и внутренними условиями, в которых организация стремится к достижению своей цели. К внутренним факторам относятся: система и структура управления в организации, организационная структура, ролевые функции и ответственности; политика, цели и стратегии, которые являются возможными и приемлемыми для достижения цели; имеющиеся возможности, которые рассматриваются с точки зрения ресурсов и знаний; информационные системы, информационные потоки и процессы принятия решений; отношения с внутренними причастными сторонами, их представления и ценности; внутренняя корпоративная культура организации; стандарты, руководящие документы и модели, принятые организацией; форма, объем и содержание договорных отношений [3].

Определение факторов рисков – это одно из ключевых направлений работы по идентификации рисков. Проводить факторный анализ сложно, поскольку одни и те же факторы оказывают в различных условиях неодинаковое влияние на рынок или могут из решающих стать абсолютно незначительными. Рассмотрим наиболее важные группы факторов.

Политические факторы риска обусловлены политической обстановкой, влияющей на предпринимательскую деятельность (закрытие границ, запрет на вывоз товаров в другие страны, военные действия и т.д.) [15]. Политический риск проявляется в форме обусловленного политическими соображениями изменений условий хозяйственной деятельности, что может привести к потере прибыли.

Экономические факторы риска обусловлены неблагоприятными изменениями в экономике организации или экономике страны. Наиболее распространенные виды экономических рисков: изменение конъюнктуры рынка, низкая ликвидность организации, изменение уровня управления [6].

Производственные факторы риска обусловлены процессами трудовой деятельности. Производственный риск – это вероятность убытков, связанных с остановкой производственных процессов, нарушением технологии выполнения операций, низким качеством сырья или работы персонала.

Коммерческие факторы риска возникают в процессе реализации товаров и услуг, произведенных или закупленных предпринимателем. Коммерческий риск обусловлен

неопределенностью спроса на товары. Его причинами могут быть изменения конъюнктуры или завышенная цена.

Финансовые факторы риска связаны с невыполнением организацией своих финансовых обязательств. Финансовые риски – это риски, связанные с вероятностью потерь финансовых ресурсов. Причинами возникновения финансового риска могут быть обесценивание ценных бумаг (активов), неосуществление платежей [2].

Ответственность за идентификацию рисков и возможностей несут руководители подразделений организации, поэтому при идентификации рисков осуществляется формирование экспертной группы. Руководители определяют общую численность экспертов в группе, требования к специализации, квалификации и опыту экспертов, а также структуру экспертной группы. При идентификации рисков часто используются опрос экспертов, метод «мозгового штурма» и метод Делфи [18].

Цель *опроса экспертов* – идентификация рисков путем интервью подходящих квалифицированных специалистов, которые высказывают свое мнение о рисках и дают им оценку, исходя из своих знаний, опыта и имеющейся информации. Данный метод помогает избежать повторения одной и той же ошибки.

К участию в *мозговом штурме* привлекаются квалифицированные специалисты, которые заранее готовят свои суждения по определенной категории рисков. Споры и замечания не допускаются, все риски записываются, группируются по типам и характеристикам, каждому риску дается определение. Цель – составление первичного перечня возможных рисков для последующего отбора и анализа.

При применении *метода Делфи* эксперты участвуют в опросе анонимно. Поэтому результат характеризуется меньшей субъективностью, меньшей предвзятостью и меньшим влиянием отдельных экспертов. Опрос проводится в несколько этапов. На каждом этапе модератор рассылает анкеты, собирает и обрабатывает ответы. Результаты опроса рассылаются экспертам снова для уточнения их мнений и оценок. Такой подход позволяет достичь некоего общего мнения специалистов о рисках. Метод Делфи может быть применен на всех стадиях процесса управления рисками или на всех этапах жизненного цикла системы, везде, где необходимы согласованные оценки экспертов.

Выбор конкретного метода идентификации рисков определяется спецификой хозяйственной деятельности, масштабом организации, особенностями системы управления рисками.

Таким образом, можно говорить о том, что методика идентификации рисков базируется на определении параметров и характеристик рисков ситуации. Это качественный анализ рисков организации, который выступает основой его количественной оценки, в конечном итоге становится базисом для построения карты рисков и принятия решений по управлению рисками. Определение параметров рисков ситуации можно провести с помощью вопросов: что может случиться, где, когда, как и почему и к чему это приведет.

Идентификация – это один из важнейших элементов системы управления рисками, который позволяет провести распределение событий, причин, последствий по группам, при котором в одну группу попадают объекты, обладающие общим признаком. Данное

распределение в соотношении с целями организации создает информационное поле для борьбы с нежелательными событиями.

Список литературы

1. Байнова М.С. Анализ бизнес-процессов для идентификации рисков в организации // Материалы Афанасьевских чтений – 2018. – № 4. – С. 40-47.
2. Барсегян А.А. Выбор методов идентификации и оценки рисков предприятия // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета – 2018. – № 2. – С. 66-72.
3. Богоявленский С.Б. Управление риском в социально–экономических системах – СПб: СПбГУЭФ, 2012. – 147 с.
4. Глущенко В.В. Риски инновационной и инвестиционной деятельности в условиях глобализации. – Железнодорожный, МО.: ООО НПЦ Крылья, 2016. – 230 с.
5. Завьялов Ф.Н. Риски в экономике: методы оценки и расчета – Ярославль: ЯрГУ, 2017. – 150 с.
6. Иванов С.О. Проблемы и принципы идентификации риска // Международный научно-исследовательский журнал – 2016. – № 3 (56). – С. 81-86.
7. Кирюшкин В.Е., Ларионов И.В. Основы риск-менеджмента. – М.: «Анкил», 2019. – 130 с.
8. Кирюшкин Р.А. Предпринимательский риск–менеджмент в современных условиях хозяйствования. – М.: Дашков и Ко, 2017. – 132 с.
9. Крыгина Е.Г., Клейменова Н.Л., Яковлева А.Ю. Идентификация ключевых рисков в деятельности компании // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования – 2017. – № 8 (26). – С. 44-50.
10. Мадера А.Г. Риски и шансы: неопределенность, прогнозирование и оценка. – М.: УРСС, 2014. – 448 с.
11. Марцынковский Д.А. Руководство к интеграции систем менеджмента: / Д.А. Марцынковский, А.В. Владимирцев, О.А. Марцынковский. – СПб: Береста, 2018. – 63 с.
12. Марцынковский Д.А. Руководство по риск–менеджменту / Д.А. Марцынковский, А.В. Владимирцев, О.А. Марцынковский. – СПб: Береста, 2017. – 80 с.
13. Марцынковский Д.А., Владимирцев А.В., Марцынковский О.А. Управление рисками в современных системах менеджмента. – СПб.: Ассоциация по сертификации «Русский Регистр», 2020. – 246 с.
14. Морозова О.А. Проблемы организации риск–менеджмента на предприятиях // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. XII междунар. студ. науч.–практ. конф. – 2019. – № 12. – С. 53-55.
15. Ступаков В.С., Токаренко Г.С. Риск–менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2016. – 288 с.
16. Galai D., Crouhy M., Mark R. The Essentials of Risk Management – McGraw-Hil, 2015. – 416 p.
17. Proske D. Catalogue of risks: Natural, Technical, Social and Health Risks. – Springer, 2017. – 456 p.

18. Thomas S. Coleman. A Practical Guide to Risk Management – Research Foundation of CFA Institute, 2019 – 249 p.

References

1. Baynova M.S. Analysis of business processes to identify risks in the organization / Materials of Afanasyev Readings - 2018. – № 4. – PP 40-47.
 2. Barseghian A.A. Choice of methods of identifying and assessing the company's risks / Izvestia of St. Petersburg State Economic University - 2018. – № 2. – PP. 66-72..
 3. Bogojavlensky S.B. Risk Management in Social and Economic Systems - St. Petersburg: SPBGUEF, 2012. 147 p.
 4. Glushchenko V.V. Risks of innovation and investment in the conditions of globalization. - Rail, Mo.: WINGS LLC, 2016. 230 p.
 5. Zavyalov F.N. Risks in Economics: Methods of Assessment and Calculation - Yaroslavl: YarSU, 2017. 150 p.
 6. Ivanov S.O. Problems and Principles of Risk Identification / International Research Journal - 2016. – № 3 (56). – PP. 81-86.
 7. Kiryushkin V.E., Larionov I.V. Fundamentals of Risk Management. - M.: Ankil, 2019. 130 p.
 8. Kiryushkin R.A. Entrepreneurial risk management in modern business conditions. - M.: Dashkov and Co., 2017. 132 p.
 9. Krygina E.G., Kleimenova N.L., Yakovleva A.Yu. Identification of key risks in the company's activities / Innovative economy: prospects for development and improvement - 2017. – № 8 (26). – PP. 44-50.
 10. Madera AG Risks and Odds: Uncertainty, Forecasting and Evaluation. - M.: URSS, 2014. 448 p.
 11. Marchynkovsky D.A. Guide to integration of management systems: / D.A. Marchynkovsky, A.V. Vladimirtsev, O.A. Marchynkowski. - St. Petersburg: Beresta, 2018. 63 p.
 12. Martsynkovsky D.A. Guide to Risk Management / D.A. Marchynkowski, A.V. Vladimirtsev, O.A. Marchynkowski. - St. Petersburg: Beresta, 2017. 80 p.
 13. Martsynkovsky D.A., Vladimirtsev A.V., Martsynkovsky O.A. Risk Management in Modern Management Systems. - St. Petersburg: Russian Register Certification Association, 2020. 246 p.
 14. Morozova O.A. Problems of risk management organization at enterprises / Scientific community of students of the 21st century. Economic Sciences: Sat. art. XII inter-world. Stud. science.-practical. Conf. – 2019. – № 12. PP. 53-55.
 15. Stupakov V.S., Tokarenko G.S. Risk Management. M.: Finance and Statistics, 2016. 288 p.
 16. Galai D., Crouhy M., Mark R. The Essentials of Risk Management – McGraw-Hil, 2015. – 416 p.
 17. Proske D. Catalogue of risks: Natural, Technical, Social and Health Risks. – Springer, 2017. – 456 p.
 18. Thomas S. Coleman. A Practical Guide to Risk Management – Research Foundation of CFA Institute, 2019 – 249 p.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.82

МЕТОД МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ КЛАСТЕРОВ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

Арбузов А.Д.

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: alex_a97@mail.ru

Статья посвящена решению задачи разработки метода мониторинга динамики кластеров социотехнических систем (СТС), который включает анализ состояния систем в последовательные моменты времени и оценку устойчивости систем. Для анализа состояния такой системы применяется подход на основе нечетких когнитивных карт Силова и нечеткой кластеризации. Для оценки устойчивости системы применяется способ, состоящий в использовании результатов транзитивного замыкания отношений взаимовлияния между объектами системы. Исследование динамических изменений СТС осуществляется путем идентификации нечетких кластеров на основе количественных характеристик объектов и корректирования кластерной структуры с использованием данных, полученных на предыдущем шаге мониторинга. Фиксируются изменения кластерной структуры: сдвиг центров, изменение размеров и форм кластеров, переход объектов из одних кластеров в другие, появление новых кластеров, исчезновение, объединение, разделение кластеров. Представлены результаты использования предложенного метода для мониторинга динамики кластеров энергетической системы Смоленского региона.

Ключевые слова: социотехническая система, нечеткая когнитивная модель, мониторинг динамики системы.

METHOD OF MONITORING THE DYNAMICS OF CLUSTERS OF SOCIOTECHNICAL SYSTEMS BASED ON FUZZY COGNITIVE APPROACH

Arbuzov A.D.

Smolensk Branch of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Smolensk, Russia (214013, Smolensk, Energeticheskyy proezd, 1), e-mail: alex_a97@mail.ru

The article deals with development of method of monitoring the dynamics of clusters in sociotechnical systems (STS) that includes analysis of state of the system in successive time instants and estimation of its sustainability. Approach based on Silov's fuzzy cognitive maps and fuzzy clusterization is used for analysis of system's state. Way of using the results of transitive closure of mutual influences between objects is applied for estimation of system's sustainability. Study of STS' dynamic changes is carried out with identification of fuzzy cluster using quantitative indicators and elaboration of cluster structure with data obtained in the previous step of monitoring. Changes of cluster structure such as shift of centers, transformation of clusters, moving objects from one cluster to another, appearance and disappearance of clusters, merging, splitting of clusters are registered. The results of using the proposed method for monitoring the dynamics of energy system of Smolensk region are presented.

Keywords: sociotechnical system, fuzzy cognitive model, monitoring of system dynamics.

В работе рассматриваются социотехнические системы (СТС), которые включают в себя природную, техническую и антропогенную составляющие. Объекты некоторой СТС характеризуются, с одной стороны, территориальной общностью, единым направлением деятельности, наличием тесных взаимовыгодных отношений. В то же время эти объекты самостоятельны. Для устойчивого развития управляемой СТС необходима разработка соответствующего метода анализа системы и принятия решений. С этой задачей связан ряд проблем, определяемых в первую очередь слабой структурированностью большинства этапов такого метода, трудностью их формализации, необходимостью учета множества факторов и целей, сложным образом связанных друг с другом, противоречивостью отношений между объектами.

Направлением, хорошо зарекомендовавшим себя для исследования задач, обладающих указанными особенностями, является когнитивный анализ. Эффективный инструмент представляют собой нечеткие когнитивные карты, применяющиеся в задачах исследования структуры моделируемой системы и прогнозирования ее поведения при различных управляющих воздействиях с целью получения эффективных стратегий управления [1-5]. Если значения системных показателей объектов, полученные в результате когнитивного моделирования, рассматривать в качестве показателей сходства объектов, можно выделить кластеры объектов, обладающих одинаковым поведением в рассматриваемой СТС, а также оценить устойчивость кластеров [6].

Со временем в ходе развития СТС отношения взаимовлияния между объектами изменяются, что приводит к изменению размеров, состава, положения кластеров, степеней принадлежности объектов к кластерам. Данная работа посвящена разработке метода, позволяющего расширить подход к идентификации и анализу устойчивости кластеров СТС таким образом, чтобы стало возможным исследование изменений кластеров с течением времени.

1. Постановка задачи и общий алгоритм

Рассматривается некоторая социотехническая система, образованная множеством объектов $A = \{a_j \mid j = 1..N\}$. Состояние этой системы в общем случае изменяется с течением времени. В определенный момент времени каждой паре объектов $(a_i, a_j) \in A \times A$ соответствует величина $w(a_i, a_j) \in [-1, 1]$, выражающая влияние объекта i на объект j . Производится мониторинг, в ходе которого в дискретные, не обязательно равноотстоящие моменты времени обновляются значения взаимовлияния между объектами.

Необходимо определить кластеры объектов СТС, то есть объединить их в группы таким образом, чтобы объекты, принадлежащие одной и той же группе, были похожими, в то время как объекты, принадлежащие разным группам, отличались. Сходство объектов основано на совокупности из k признаков, отражающих это понятие наилучшим образом. Соответственно, промежуточной задачей является получение для объектов СТС k -мерных векторов значений признаков $X_j, j = 1..N$. Кластерная структура определяется числом кластеров M и положением их центров, k -мерных векторов значений признаков $V_i, i = 1..M$. Кластерная структура исследуемой СТС, как и сама система, обладает динамикой. Это означает, что один и тот же кластер существует в разные моменты времени и может постепенно изменяться.

Общий алгоритм мониторинга динамики изменения кластерной структуры социотехнической системы:

Этап 1. В каждый момент времени выполняется фиксация значений взаимовлияния между каждой парой объектов СТС.

Этап 2. По значениям взаимовлияния между объектами определяется устойчивость СТС и рассчитываются признаки, характеризующие сходство объектов.

Этап 3. Идентификация кластеров СТС. В первый момент времени выполняется обычная кластеризация объектов в соответствии со значениями их признаков. Во второй момент времени и далее выполняется процедура, использующая не только текущие значения признаков, но и результаты кластеризации, полученные в предыдущий момент времени. Данная процедура включает, во-первых, выявление динамических изменений кластерной структуры; во-вторых, коррекцию кластерной структуры в соответствии с обнаруженными изменениями.

Этап 4. Использование выявленной динамической кластерной структуры по прикладному назначению: описание, интерпретация, прогнозирование и др.

2. Определение устойчивости и расчет системных показателей нечеткой когнитивной модели

На этапе 2 создается нечеткая когнитивная модель (НКМ), концепты которой соответствует объектам социотехнической системы, а значения связей — значениям взаимовлияния между объектами.

Составляется матрица неотрицательных значений $Q = \|q_{ij}\|_{2N \times 2N}$ по правилам:

$$\text{если } w_{ij} > 0, \text{ то } q_{2i-1, 2j-1} = w_{ij}, q_{2i, 2j} = w_{ij},$$

$$\text{если } w_{ij} < 0, \text{ то } q_{2i-1, 2j-1} = -w_{ij}, q_{2i, 2j} = -w_{ij}.$$

Выполняется преобразование матрицы Q на основе ее транзитивного замыкания

$$\hat{Q} = Q \vee Q^2 \vee Q^3 \vee \dots,$$

где матрицы Q, Q^2, Q^3, \dots формируются на основе max-prod-композиции, а в качестве « \vee » используется операция max. Транзитивное замыкание позволяет учесть непрямые влияния концептов друг на друга и гарантирует устойчивость моделируемой совокупности объектов. Если не удастся достичь транзитивного замыкания, модель считается неустойчивой.

Формируется матрица $R = \|(r_{ij}, \bar{r}_{ij})\|_{N \times N}$, где

$$r_{ij} = \max(q_{2i-1, 2j-1}, q_{2i, 2j}), \bar{r}_{ij} = -\max(q_{2i-1, 2j}, q_{2i, 2j-1})$$

Рассчитываются системные показатели [7], которые служат показателями сходства далее при кластерном анализе:

$$\begin{array}{l} \text{воздействие объекта} \\ \text{на систему} \end{array} \quad p_1(i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\text{sign}(r_{ij} + \bar{r}_{ij}) \max(|r_{ij}|, |\bar{r}_{ij}|)), i = 1..N$$

$$\begin{array}{l} \text{воздействие системы} \\ \text{на объект} \end{array} \quad p_2(i) = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N (\text{sign}(r_{hi} + \bar{r}_{hi}) \max(|r_{hi}|, |\bar{r}_{hi}|)), i = 1..N$$

консонанс влияния
объекта на систему

$$p_3(i) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{|r_{ij} + \bar{r}_{ij}|}{|r_{ij}| + |\bar{r}_{ij}|}, i = 1..N$$

Вывод о степени устойчивости какого-либо кластера можно сделать на основании следующего правила: степень устойчивости кластера СТС зависит от отношения числа итераций процедуры транзитивного замыкания к числу объектов этого кластера. Чем оно меньше, тем более устойчивым является этот кластер. Данное правило справедливо и для анализа устойчивости социотехнической системы в целом.

3. Алгоритм кластерного анализа

На этапе 3 требуется провести кластерный анализ по значениям характеристик объектов, без информации о количестве групп. Стандартный алгоритм нечеткой кластеризации C-means не вполне подходит для исследуемой задачи, поскольку требует априорной информации о количестве кластеров и может давать плохие результаты, если форма кластеров отличается от сферической. Принято решение использовать алгоритм Gath – Geva [8, 9], представляющий собой комбинацию метода C-means и усовершенствованного метода максимального правдоподобия. Алгоритм позволяет определить оптимальное число кластеров, успешно работает в ситуациях, когда формы кластеров, плотность и количество объектов в них разнообразны, и находит жесткое разбиение, если объекты сгруппированы однозначным образом.

Пусть $U = \|U_{ij}\|_{M \times N}$ — матрица степеней принадлежности. В качестве метрики качества кластеризации для текущего значения M используется плотность разбиения

$$PD = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M PD_i, \quad (1)$$

где

$$PD_i = \frac{S_i}{\sqrt{\det F_i}}, \quad (2)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^N U_{ij} \quad \forall X_j \in \{X_j : (V_i - X_j)^T F_i^{-1} (V_i - X_j) < 1\}, \quad (3)$$

$$F_i = \frac{\sum_{j=1}^N U_{ij} (V_i - X_j)(V_i - X_j)^T}{\sum_{j=1}^N U_{ij}}. \quad (4)$$

В формуле (3) учитываются значения степеней принадлежности объектов, расстояния которых от центра кластера не превышают среднеквадратического отклонения объектов этого кластера.

4. Выявление динамических изменений и коррекция кластерной структуры

На этапе 3 необходимо уточнить имеющуюся кластерную структуру. Такие изменения как сдвиг центров, изменение размеров и формы кластеров, переход объектов из одних кластеров в другие учитываются путем кластеризации с заданными начальными данными в соответствии с информацией, полученной на предыдущем шаге. После этого с помощью специальных процедур [10, 11] отслеживается появление новых кластеров, исчезновение кластеров, объединение и разделение кластеров. Если такие изменения обнаружены, снова выполняется кластеризация с учетом нового состава кластерной структуры и примерных положений центров.

Появление кластеров

Критерии появления кластера: существование объектов с малыми степенями принадлежности к существующим кластерам и образующих компактную группу.

Пусть PD' — плотность разбиения потенциального кластера (формула (2)), PD — средняя плотность разбиения существующих кластеров (формула (1)). Следует на основе информации о степенях принадлежности и расстояниях между объектами выделить множества объектов, которые могут стать новыми кластерами. Затем необходимо исключить из рассмотрения те из них, для которых отношение PD' к PD ниже заранее определенной величины.

Исчезновение кластеров

Критерии исчезновения кластера: кластер перестает представлять собой компактную группу.

Объединение кластеров

Критерии объединения кластеров: существование достаточного числа объектов с высокой степенью принадлежности к двум кластерам одновременно; близость центров двух соответствующих кластеров.

Для пары кластеров, проверяемой на необходимость объединения, рассчитывается мера пересечения

$$s_{ij} = \max\left(\frac{\text{card}(H_\alpha(u_i) \cap H_\alpha(u_j))}{\text{card}(H_\alpha(u_i))}, \frac{\text{card}(H_\alpha(u_i) \cap H_\alpha(u_j))}{\text{card}(H_\alpha(u_j))}\right), \quad (5)$$

где $H_\alpha(u_i) = \{x \in X \mid u(x) \geq \alpha\}$ — α -срез нечеткого множества объектов с функцией принадлежности, равной соответствующему значению из матрицы принадлежностей, $\text{card}(A)$ — сумма степеней принадлежности объектов множества A к соответствующему кластеру.

Решение об объединении кластеров принимается, если значение s_{ij} превышает заранее определенную величину.

Разделение кластеров

Критерии разделения кластера: наличие внутри анализируемого кластера областей, в которых объекты расположены более плотно, чем в иных областях кластера; области с высокой плотностью разделены разреженной областью и перепад плотности достаточно большой; размеры областей с высокой плотностью достаточно большие и расстояние между этими областями достаточно большие.

Пусть d_{cl} — диаметр анализируемого кластера в пространстве признаков, d_{dg} — диаметр группы с высокой плотностью, b_{min} и b_{max} — минимальное и максимальное значения

плотности, используемые при анализе перепада плотности. Перед началом мониторинга необходимо определить величину $y_{size} = d_{dg} / d_{cl}$, $y_s \in (0; 0.5)$, величину $y_{dens} = b_{max} / b_{min}$.

Последовательность проверки необходимости разделения кластера:

Шаг 1. Описать множество объектов анализируемого кластера с помощью двух новых признаков, которые рассчитываются подобно первой и второй главным компонентам. Построить гистограмму, основание которой соответствует первой главной компоненте, а значения — число объектов, попадающих в выбранный отрезок (рис. 1).

Шаг 2. Проверить форму гистограммы. Разделение кластера требуется, если между двумя явными локальными максимумами расположен явный локальный минимум. Если гистограмма содержит более трех экстремумов, следует проверять ее отдельные отрезки. Если шаблон «максимум-минимум-максимум» встречается несколько раз, рассматривают участок с наибольшим перепадом плотности. Если такой шаблон не обнаружен, разделение кластера не требуется, и проверка заканчивается.

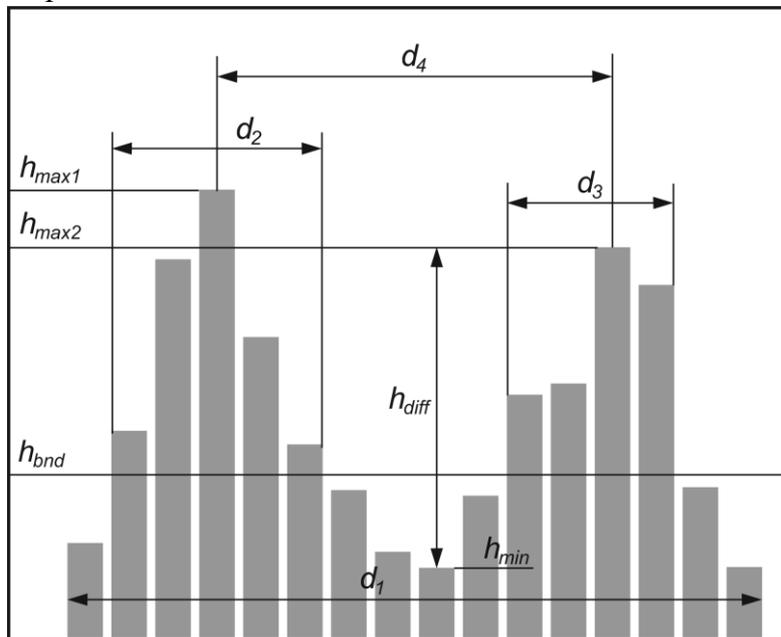


Рисунок 1 – Гистограмма плотности кластера

Шаг 3. Рассчитать величину

$$h_{bnd} = 1 - \frac{y_{dens} - 1}{y_{dens}}$$

и определить значения всех остальных величин на рис. 1.

Шаг 4. Проверить по гистограмме перепад плотности:

$$\frac{h_{diff}}{\min(h_{max1}, h_{max2})} \geq \frac{y_{dens} - 1}{y_{dens}};$$

размеры групп с высокой плотностью:

$$\frac{d_2}{d_1} \geq y_{size} \text{ и } \frac{d_3}{d_1} \geq y_{size};$$

расстояния между группами с высокой плотностью:

$$\frac{d_4}{d_1} \geq \frac{y_{size} + 1}{3}.$$

Если все условия выполнены, принимается решение о разделении кластеров.

5. Пример мониторинга динамики кластеров социотехнических систем

Ниже представлены результаты использования предложенного метода для мониторинга динамики кластеров энергетической системы Смоленского региона. В табл. 1 перечислены объекты рассматриваемой СТС.

Таблица 1 — Объекты энергетической системы Смоленского региона

№	Объект	№	Объект
1	Десногорский энергетический колледж	12	ООО «ЭнергоМонтаж Автоматика-ЭП»
2	Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске	13	ФГУП «СПО «Аналитприбор»
3	Смоленская АЭС	14	«АБО Арматура»
4	Смоленская ГРЭС	15	АО «Стройкомплект-Эмаль»
5	Смоленская ТЭЦ-2	16	ООО «Глубур-Сервис»
6	Дорогобужская ТЭЦ	17	ООО «ТД «Автоматика»
7	Смоленсктеплосеть	18	ОАО «Дорогобужкотломаш»
8	Дорогобужское тепловое хозяйство	19	ОАО «Смоленскэнерго»
9	ООО «ГИДРОСТРОЙ»	20	Филиал «СмоленскАтом ЭнергоСбыт»
10	ЗАО «Фирма Энерго+»	21	ООО «Русэлпром-СЭЗ»
11	ГК «Турбопар»	22	ООО «ЭнергоПромМаркет»

В момент времени $t=1$ существует шесть кластеров (рис. 2). Кластер 5 характеризуется тем, что его объекты оказывают относительно слабое влияние на систему (показатель 2) и подвергаются незначительному влиянию со стороны системы (показатель 3). Кластер 1 обладает похожими свойствами, но отличается большей сбалансированностью (показатель 1). Кластер 6 значительно усиливает систему, сам испытывает большое воздействие со стороны системы, при этом согласованность воздействия объектов на систему высока.

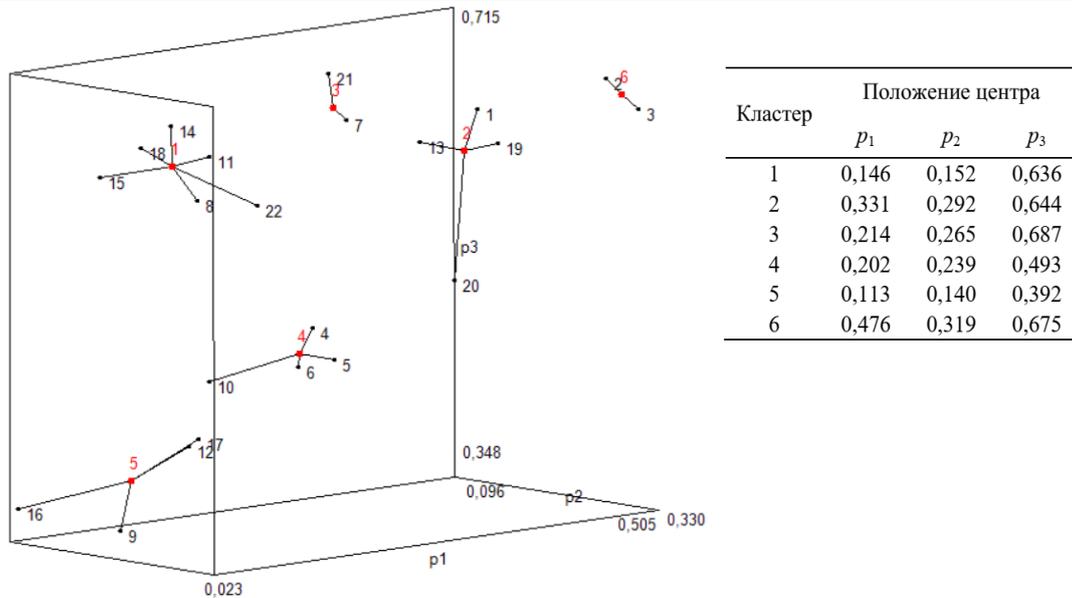


Рисунок 2 – Результаты кластеризации объектов энергетической системы Смоленского региона в момент времени $t=1$

К моменту времени $t=2$ объект a_{10} перемещается из 4-го кластера в 5-й, объект a_{16} — из 5-го кластера в 1-й, объект a_{20} — из 2-го кластера в 4-й (рис. 3). Центры всех кластеров, в наибольшей степени кластера 5, сдвинулись. К шагу мониторинга для $t=3$ кластеры 4 и 5 объединились (рис. 4).

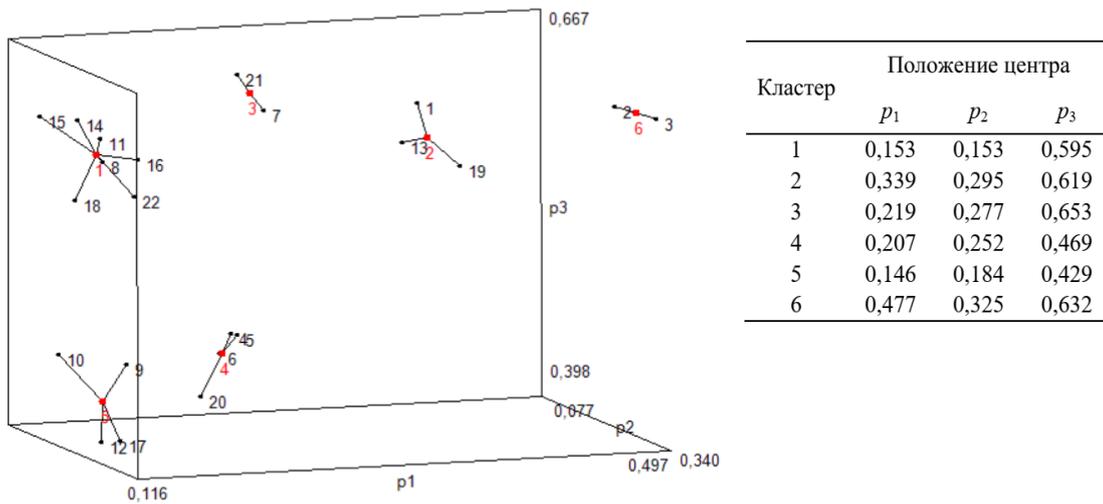


Рисунок 3 – Результаты кластеризации объектов энергетической системы Смоленского региона в момент времени $t=2$

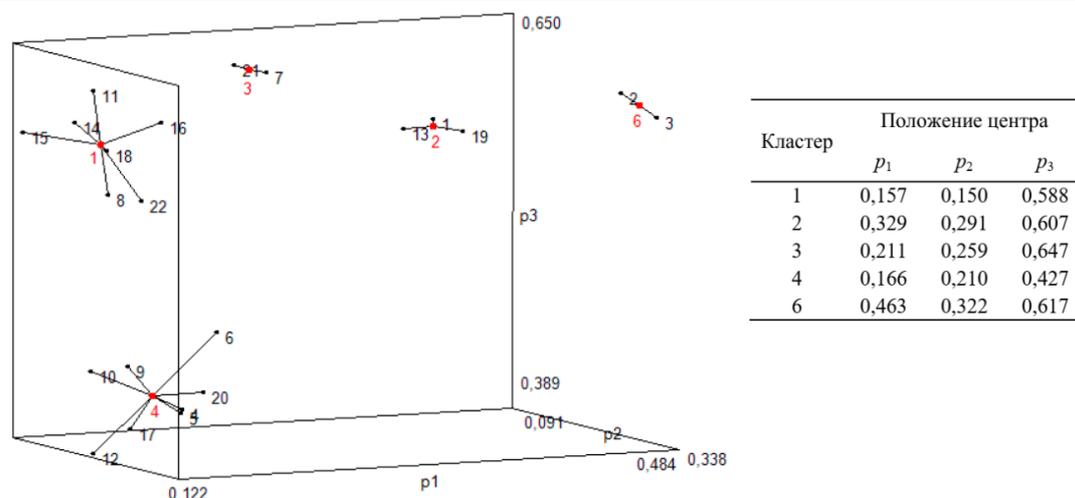


Рисунок 4 – Результаты кластеризации объектов энергетической системы Смоленского региона в момент времени $t=3$

Заключение

В статье предложено решение задачи разработки метода мониторинга динамики кластеров социотехнических систем, который включает анализ состояния системы в различные последовательные моменты времени и оценку устойчивости системы. Для анализа состояния системы применяется подход на основе нечетких когнитивных карт Силова и нечеткой кластеризации, признаками сходства при этом служат значения выбранных системных показателей. Таким образом, обеспечивается возможность применения методов нечеткой каузальной алгебры для исследования СТС. Для оценки устойчивости кластеров применяется способ, состоящий в использовании результатов транзитивного замыкания отношений взаимовлияния между объектами системы.

Исследование динамических изменений СТС осуществляется путем идентификации нечетких кластеров на основе количественных характеристик объектов и корректирования кластерной структуры с использованием данных, полученных на предыдущем шаге мониторинга. Такие изменения как сдвиг центров, изменение размеров и форм кластеров, переход объектов из одних кластеров в другие фиксируются путем проведения кластеризации с заданными начальными данными. Со временем может произойти появление новых кластеров, исчезновение, объединение, разделение кластеров. С помощью соответствующих процедур такие ситуации определяются, и производятся соответствующие изменения в кластерной структуре.

Представлены результаты использования предложенного метода для мониторинга динамики кластеров энергетической системы Смоленского региона.

Список литературы

1. Ажмухамедов И.М., Проталинский О.М. Методология моделирования плохоформализуемых слабоструктурированных социотехнических систем // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 1. С. 144–154.

2. Максимов, В.И. Применение структурно-целевого анализа развития социально-экономических ситуаций / В.И. Максимов, С.В. Коврига, Пробл. управл., 2005, выпуск 3, С. 39–44.
3. Ginis L.A. Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system / L.A. Ginis, G.V. Gorelova, A.E. Kolodenkova // International Journal of Economics and Financial Issues. – 2016. – Vol 6, No 5S, pp. 97-103. ISSN: 2146-4138.
4. Geels F.W. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective // Research Policy. 2010. Vol. 39, pp. 495–510. DOI: 10.1016/j.respol.2010.01.022.
5. Кулинич А.А., “Компьютерные системы анализа ситуаций и поддержки принятия решений на основе когнитивных карт: подходы и методы”, Пробл. управл., 2011, № 4, С. 31–45.
6. Борисов В.В., Арбузов А.Д., Колягина С.Д. Идентификация и анализ устойчивости кластеров социотехнических систем на основе нечеткого когнитивного подхода // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5 № 2(16) С. 43–52.
7. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. –М.: ИНПРО–РЕС, 1995 – 228 с.
8. Gath, J., Geva, A.B.: Unsupervised optimal fuzzy clustering. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 11, С. 773–781 (1989).
9. Geva, A.B., Steinberg, Y., Bruckmair, S., Nahum, G.: A Comparison of Cluster Validity Criteria for a Mixture of Normal Distributed Data. Pattern Recognition Letters 21(6-7), 511–529 (2000).
10. Angstenberger, L. Dynamic fuzzy pattern recognition with applications to finance and engineering. Boston et al. : Kluwer Academic Publishers (2001).
11. Гимаров В.А. Задачи нестационарной кластеризации состояния нефтехимического оборудования / В.А. Гимаров, М.И. Дли, С.Я. Битюцкий // Известия Вузов. Химия и химическая технология, 2004, т. 47, №8, С. 143-147.

References

1. Azhmuhamedov I.M., Protalinsky O.M. Methodology of poorly formalized ill structured sociotechnical systems’ modelling // Vestnik of Astrakhan State Technical University, 2013, № 1, pp 144–154.
2. Maksimov, V.I. Using of structural targeting analysis of evolution of socio-economical situations. Management problems, 2005, № 3, pp 39–44.
3. Ginis L.A. Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system / L.A. Ginis, G.V. Gorelova, A.E. Kolodenkova // International Journal of Economics and Financial Issues. – 2016. – Vol 6, No 5S, pp. 97-103. ISSN: 2146-4138
4. Geels F.W. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective // Research Policy. 2010. Vol. 39, pp. 495–510. DOI: 10.1016/j.respol.2010.01.022.
5. Kulinich A.A. Software systems for situation analysis and decision support on the basis of cognitive maps: Approaches and methods, Autom. Remote Control, 75:7 (2014), 1337–1355.
6. Borisov V.V., Arbuzov A.D., Kalyagina S.D. (2020) Identification and Stability Analysis of Clusters of Sociotechnical Systems Based on a Fuzzy Cognitive Approach. International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency, vol. 5, no. 2(16), pp. 43–52.

7. Silov V. Making strategic decisions in a fuzzy environment. – М.: INPRO–RES, 1995 – 228 p.
 8. Gath, J., Geva, A.B.: Unsupervised optimal fuzzy clustering. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 11, pp 773–781 (1989).
 9. Geva, A.B., Steinberg, Y., Bruckmair, S., Nahum, G.: A Comparison of Cluster Validity Criteria for a Mixture of Normal Distributed Data. Pattern Recognition Letters 21(6-7), 511–529 (2000).
 10. Angstenberger, L. Dynamic fuzzy pattern recognition with applications to finance and engineering. Boston et al. : Kluwer Academic Publishers (2001).
 11. Gimarov V.A., Dli M.I., Bityutsky S.Ya. (2004). Problems of non-stationary clustering of the state of petrochemical equipment. Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology, vol. 47, no. 8, pp. 143–147.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.058:004.93

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯМИ ПОСРЕДСТВОМ ЖЕСТОВ КИСТЕЙ РУК

¹ Нагорных М. Э., ² Антонов А.А., ^{3,4} Чернышёв С. А.

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия (190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А), e-mail: ¹ nagornykh_max@mail.ru, ² grand.antonov@yandex.ru

³ Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия (191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18)

⁴ Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия (191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

В статье рассмотрен процесс разработки программного обеспечения для дистанционного управления компьютером и приложениями с помощью жестов рук. Для решения этой задачи используются нейронные сети с глубоким обучением. В ходе работы произведен анализ существующих обученных нейронных сетей и выбор, с целью дальнейшего дообучения и внедрения в разрабатываемое приложение. Разработанное программное обеспечение проходило тестирование при взаимодействии с различными видами прикладных программ. В качестве одного из примеров, который приведен в завершении статьи, это его использование для управления персонажем в компьютерной игре.

Ключевые слова: нейронные сети, глубокое обучение, аннотирование, Tensorflow, Python

SOFTWARE FOR REMOTE CONTROL OF APPLICATIONS THROUGH HAND GESTURES

¹ Nagornykh M.E., ² Antonov A.A., ^{3,4} Chernyshev S.A.

^{1,2} Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia (190000, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67, letter A), e-mail: ¹ nagornykh_max@mail.ru, ² grand.antonov@mail.ru

³ Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design, Russia (191186, Saint-Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 18)

⁴ Saint Petersburg State University of Economics, Russia (191023, Saint Petersburg, Sadovaya st., 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

The article discusses the process of developing software for remote control of the computer and applications using hand gestures. Neural networks with deep learning are used to solve this problem. In the course of the work, the existing trained neural networks are analyzed and the choice is made, with the aim of further training and implementation in the application being developed. The software developed was tested when interacting with different types of applications. One example that is given at the end of the article is its use to control a character in a computer game.

Keywords: neural networks, deep learning, annotation, Tensorflow, Python.

Введение

В современном мире появляется все больше новых технологий, а с ними и новые возможности. Нейронные сети, например, уже используется практически во всех сферах жизни человека [1]. Одна из самых популярных задач для их применения - поиск и классификация объектов. Она присутствует в проектах распознавания лиц людей, рук и других частей тела. Однако, множество доступных проектов используют комбинацию из нейронных сетей и различных специальных технических средств: системы Kinect, стереопары и т.д. Но такие устройства, в большинстве случаев, являются дорогими или недоступными для обычных пользователей. Избежав использования дополнительных устройств и правильно обучив нейросеть, можно получить систему, применимую в большем спектре задач [2]. Ее можно использовать для определения жестов, рисования руками в информационном пространстве, распознавания азбуки глухонемых, и многом другом.

Учитывая современные тенденции, такую систему можно применить для управления пользовательским интерфейсом программ при помощи жестов кистей рук, избегая использования привычных устройств ввода.

Актуальность данной темы очень велика, так как возникают ситуации, в которых человек не может воспользоваться даже мышкой. Поэтому, цель работы заключается в создании универсального программного обеспечения, которое поможет сменить привычную всем парадигму, использования стандартных устройств ввода при управлении интерфейсом приложений, без применения специальных технических средств.

1. Выбор нейросети

Основным языком разработки проекта был выбран Python, из-за его ориентированности на нейросети и удобную работу с подключаемыми библиотеками [3]. Он позволяет быстро прототипировать идеи, что ускоряет процесс отработки методологии.

Для реализации проекта использовался дистрибутив Anaconda, который содержит в себе множество библиотек для работы с нейросетями и машинным обучением [4, 5]. В качестве средства для дообучения нейросети, использовался tensorflow[6]. Это библиотека с открытым исходным кодом предоставляющая разработчикам возможность работы с созданными ранее архитектурами нейросетей.

Для решения задач поиска и классификации жестов кистей рук на изображении отлично подходит модель обучения `faster_rcnn`, так как она дает высокие результаты при небольшом количестве данных и способна распознавать объекты в режиме реального времени [7].

В открытом доступе существует множество обученных нейросетей, поэтому, в основу проекта легла уже готовая, распознающая 5 жестов - 1-5 показанных пальцев. Не смотря на малое количество изначально распознаваемых объектов, она имеет хорошее качество поиска

и классификации как кистей рук, так и формируемых ими жестов. Кроме того, данная нейронная сеть является сверточной с архитектурой *faster_rsnn*, что полностью подходит под заданные требования.

Количество жестов, имеющихся в наличии недостаточно, чтобы охватить основной спектр задач по управлению компьютером и приложениями. В связи с этим было принято решение - дообучить нейронную сеть до нужного числа распознаваемых и классифицируемых жестов.

2. Подготовка выборки

Первым этапом дообучения нейросети является формирование набора обучающих данных. Было добавлено 10 жестов рук, среди них: «большой палец вверх», «кулак», жест «окей», жест «коза», а оставшиеся являются их комбинациями. На каждый из них приходилось по 30 фотографий, с разным положением рук и фона. Пример подобного изображения продемонстрирован на рисунке 1.



Рисунок 1 - Пример изображения из выборки

Всего было добавлено порядка 430 изображений, 30% - тестовые, содержащие в себе как изображения жестов, так и посторонних объектов, которые составляли 5% от тестовой выборки.

Следующий этап - аннотирование изображений. Для этого использовалась программа *LabelImg*, которая позволяет выделить область на изображении, присвоить ей значение, а

после этого сохранить данные о всех действиях в файле формата xml. Процесс выполнения разметки изображений показан на рисунке 2.

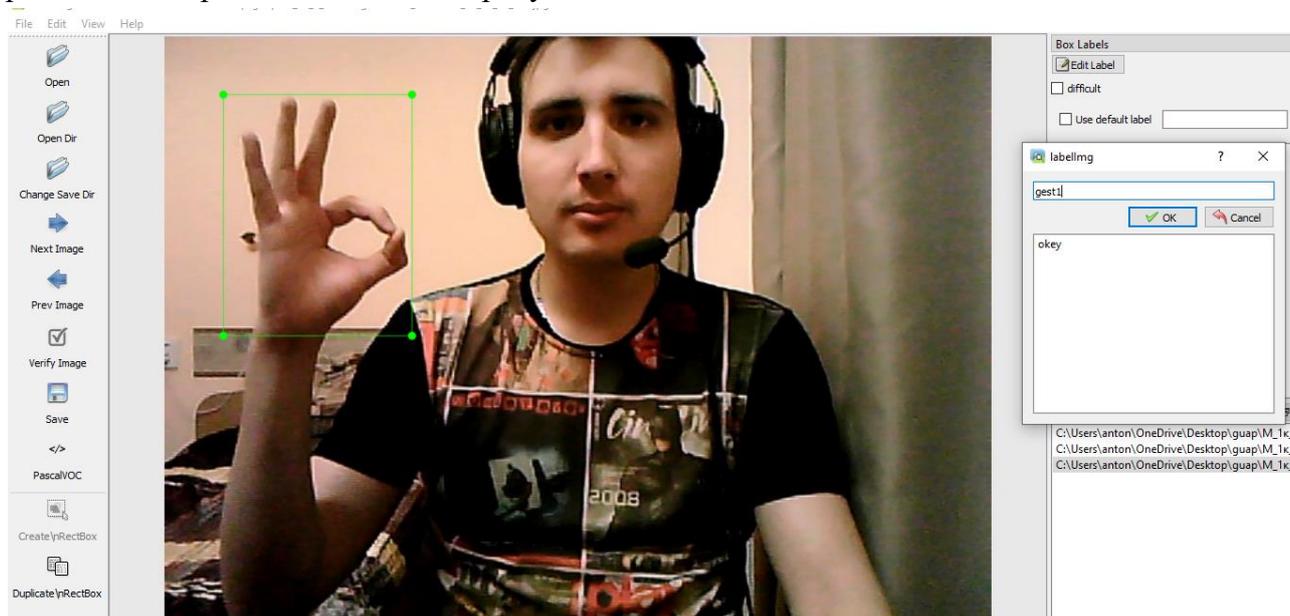


Рисунок 2 - Пример разметки изображения

3. Дообучение нейросети

После аннотирования изображений началось дообучение нейросети. Этот процесс осуществлялся с помощью библиотеки tensorflow и происходил порядка 200000 итераций до точности не менее 0.05, что заняло примерно 39 часов. Процедура дообучения продемонстрирована на рисунке 3.

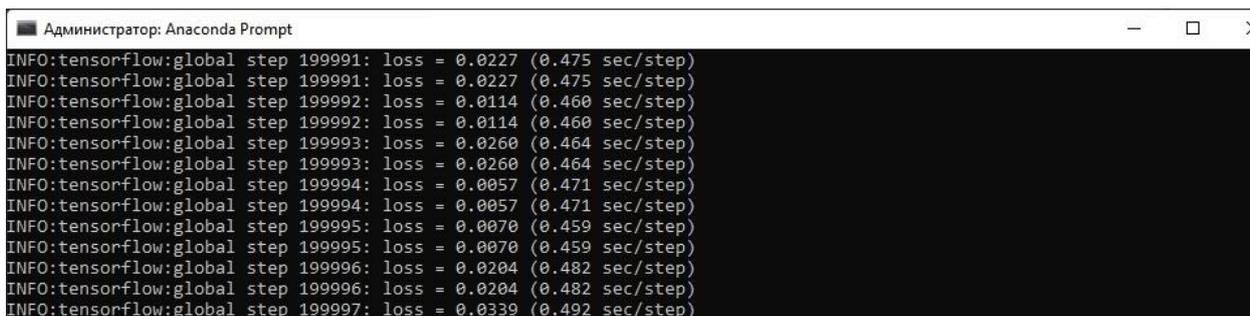


Рисунок 3 - Процесс дообучения нейросети

4. Тестирование нейросети

Тестирование нейросети происходило в приложении, которое в режиме реального времени на графический пользовательский интерфейс выводит видеопоток, ищет кисть в кадре и отрисовывает вокруг нее прямоугольник. Далее, определяется показанный жест, выводится его название, а также точность с которой он был распознан. Пример тестирования приложения продемонстрирован на рисунке 4.

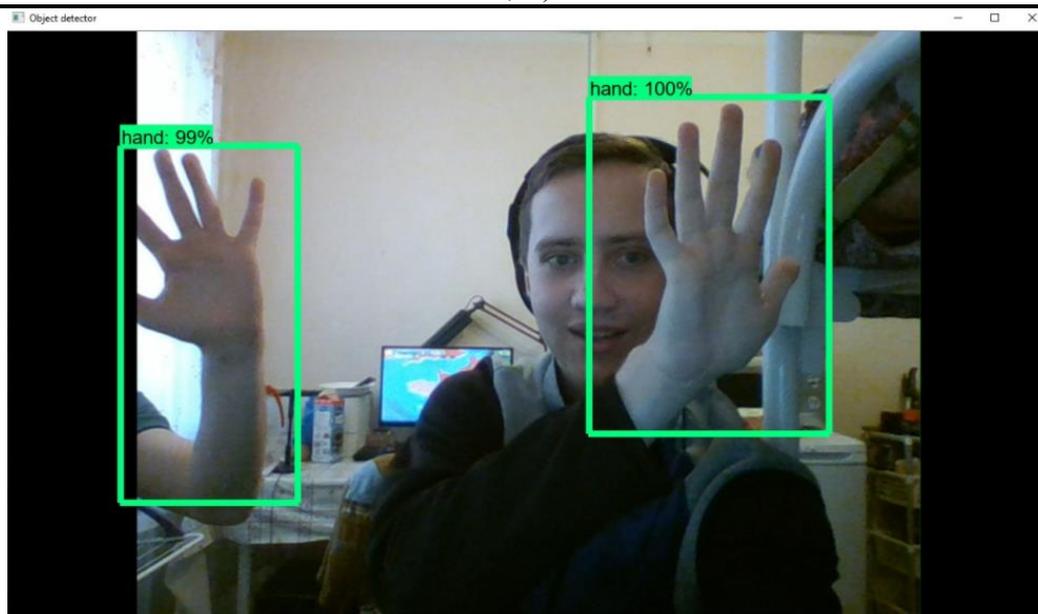


Рисунок 4 - Тестирование нейросети

5. Настройка взаимодействия с компьютером

Последний этап - создание программного обеспечения, основной функцией которого является синхронизация показанных жестов с действиями компьютера. Для решения этой задачи отлично подошла библиотека Python - PyAutoGUI. Она позволяет эмулировать работу клавиатуры, мыши и имеет следующие функции:

- Перемещение и нажатие мыши;
- Ввод текста;
- Отправка нажатий клавиш приложениям (например, для заполнения форм);
- Создание снимка экрана и поиск изображения (например, кнопки или флажка) на экране;
- Поиск окна приложения и его перемещение, изменение размера, разворот, свертка или его закрытие
- Отображение окон сообщений для взаимодействия с пользователем во время выполнения сценария автоматизации графического интерфейса.

В проекте, рассматриваемом в этой статье, данная библиотека используется только для эмуляции работы мыши и клавиатуры. Пример кода скрипта продемонстрирован ниже:

```
if (class_name[0][0] == self.MouseMove):
    xW = (coordinate[0][3] - (coordinate[0][3] - coordinate[0][2]) / 2)
    yH = (coordinate[0][1] - (coordinate[0][1] - coordinate[0][0]) / 2)
    if (math.fabs(xW - self.xW_lastPosition) > 200 or math.fabs(yH - self.yH_lastPosition) > 200):
        self.xW_lastPosition = xW
        self.yH_lastPosition = yH
    deltaX = xW - self.xW_lastPosition
    deltaY = yH - self.yH_lastPosition
    self.xW_lastPosition = xW
    self.yH_lastPosition = yH
    pyautogui.moveTo(x_mousePosition + (self.Sensitivity * (deltaX)),
                    y_mousePosition + (self.Sensitivity * (deltaY)))
```

В приведенном коде рассчитывается следующее положение курсора мыши на экране, в зависимости от смещения руки в кадре, при условии, что жест не изменялся.

Для взаимодействия с пользовательским интерфейсом в программе необходимо знать позиции ключевых окон приложения на экране или комбинаций клавиш для их вызова. Поиск этих окон осуществлялся с помощью метода сопоставления с шаблоном, предоставляемый библиотекой компьютерного зрения OpenCV.

6. Тестирование в приложении

Для демонстрации работы приложения отлично подошла компьютерная игра Mario. Для управление игровым процессом не требуется много клавиш, поэтому каждому игровому действию соответствует свой жест: движение вправо – жест «два пальца», движение влево – жест «3 пальца», движение вверх – жест «коза», движение вниз – жест «окей», прыжок персонажа – жест «кулак», выстрел – жест «большой палец вверх».

Подобное управление хоть и непривычно, но не мешает игровому процессу. Примеры некоторых действий в игре можно наблюдать на рисунках 5 и 6, на первом показана навигация в меню, а на втором прыжок персонажа.

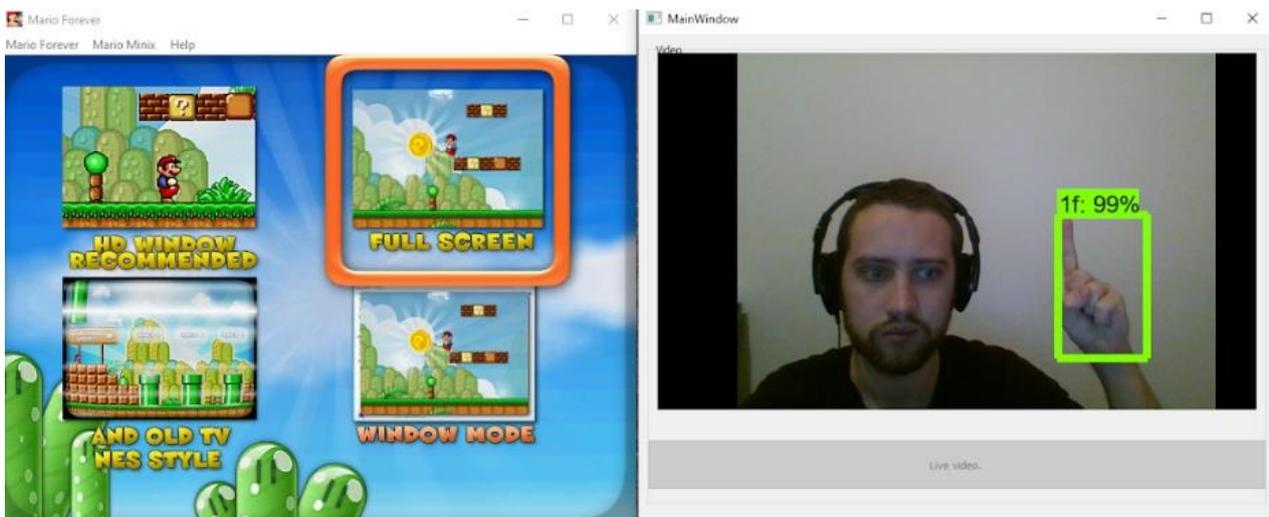


Рисунок 5 - Выполнение навигации по меню

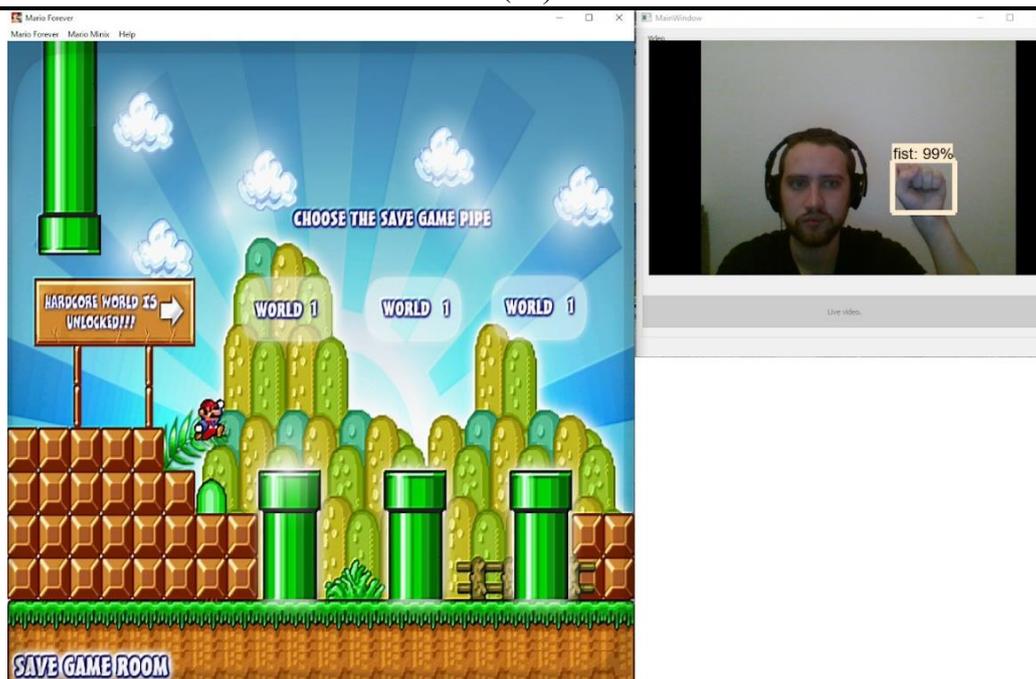


Рисунок 6 - Выполнение прыжка в игре

Выводы

Представленное в статье программное обеспечение успешно справляется с поставленной задачей. Особенно, это касается ситуаций, не требующих быстрого и обильного нажатия клавиш. Существование такого приложения уже доказывает, что управление пользовательским интерфейсом компьютера может происходить и без использования мыши и клавиатуры, а с помощью обычной веб-камеры, которая имеется практически у всех.

Разработанное приложение может являться основой для более сложных систем.

В последнее время большую популярность набирает дополненная реальность, однако, несмотря на большое количество специализированных контроллеров, не один из них не может воспроизвести точную модель руки. Поэтому внедрение разработанной технологии может позволить посмотреть на решение этой проблемы с другой стороны.

Список литературы

1. S. Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2018.
2. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. - М.: Ленанд, 2019. - 224 с.
3. Любанович Билл. Простой Python. Современный стиль программирования / Билл Любанович. - М.: Питер, 2016. - 480 с.
4. Anaconda python дистрибутив, официальный веб-сайт. — Электронный ресурс. — <https://www.anaconda.com>. — дата обращения: 20.12.2020.
5. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. – Глубокое обучение. ДМК, Москва, 2018 г.
6. Pramod Singh, Avinash Manure. Learn TensorFlow 2.0 -NY: Apress, 2020. -177p.
7. S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks," in Neural Information Processing Systems (NIPS), 2015.

References:

1. S.Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2018.
 2. Redko V.G. Evolution, neural networks, intelligence: Models and concepts of evolutionary cybernetics / V.G. Redko. - М.: Lenand, 2019. - 224 p.
 3. Lubanovich Bill. Simple Python. Modern programming style / Bill Lubanovich. - М.: Peter, 2016. - 480 p.
 4. Anaconda python distribution, official website. Available at: <https://www.anaconda.com>. (accessed 20 December 2020).
 5. Goodfellow J., Benjio I., Curville A. - Deep Learning. DMK, Moscow, 2018.
 6. Pramod Singh, Avinash Manure. Learn TensorFlow 2.0 -NY: Apress, 2020. -177p.
 7. S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks," in Neural Information Processing Systems (NIPS), 2015.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021:004.9

ОБЗОР И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ АУКЦИОНОВ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

¹ Дук Г. В., ² Быков А.Н., ^{3,4} Чернышев С. А.

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия (190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А), e-mail: ¹ger-duk@bk.ru, ²alexey_bykovoff@mail.ru

³ Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия (191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18)

⁴ Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия (191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

В статье рассмотрены основные виды аукционов, обозначены области их применения, а также достоинства и недостатки. Предложена идея использования аукционов в мультиагентных системах для решения задачи разделения ресурсов и продемонстрирован пример, который объясняет принцип внедрения проведения аукциона в мультиагентные системы.

Ключевые слова: аукцион, мультиагентная система, ресурсы, агенты.

REVIEW AND APPLICATION OF AUCTION THEORY IN MULTI-AGENT SYSTEMS

¹Dyk G.V., ²Bykov A.N., ^{3,4}Chernyshev S.A.

^{1,2} Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia (190000, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67, letter A), e-mail: ¹ger-duk@bk.ru,

²alexey_bykovoff@mail.ru

³ Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design, Russia (191186, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 18)

⁴ Saint Petersburg State University of Economics, Russia (191023, Saint Petersburg, Sadovaya st., 21), e-mail: chernyshev.s.a@bk.ru

The article considers the main types of auctions, the areas of their application, and the advantages and disadvantages of each. The idea of using auctions in multi-agent systems to solve the problem of resource sharing is proposed. The example explaining the principle of introducing an auction into multi-agent systems is demonstrated.

Keywords: auction, multi-agent system, resources, agents

Введение

Аукционы многие тысячелетия используются человеком для торговли различными товарами. Несмотря на свое древнее происхождение, применение аукционов актуально и в

быстроразвивающиеся сфере информационных технологий. Например, в задачах мультиагентного моделирования, при поиске наилучшего решения среди большого количества вариантов и т.д.

Аукцион — это рыночный механизм, в котором объект, услуга или набор объектов обмениваются на основе заявок, поданных участниками [1]. Существует набор правил, который определяет процедуру продажи или приобретения объекта для участника аукциона, заявившего наиболее выгодную заявку. Аукционы вносят большой вклад в развитие экономики. Так, например, в 2008 году Национальная ассоциация аукционистов США заявила о том, что валовый доход индустрии за год составил более 260 миллиардов долларов. Наиболее востребованными оказались сельскохозяйственные и автотранспортные аукционы, а также аукционы по продаже недвижимости [2].

При различных условиях и объектах аукциона существуют разные форматы их проведения. Английский аукцион, где участники с каждым разом ставят все большие ставки, пока не останется один участник, или же Голландский аукцион, в котором цена на товар изначально завышена и далее снижается пока не найдется первый покупатель. Таким образом, каждый из видов аукционов обладает своими достоинствами и недостатками, в виду чего важно правильно выбирать их область применения для достижения максимальной эффективности.

1. Существующие формы аукционов

Перед рассмотрением и оценкой существующих форм аукционов следует ввести несколько требований к ним: эффективность и отсутствие входного билета.

Эффективность подразумевает, что предмет, выставленный на продажу, всегда достается участнику с максимальной ставкой [3]. Так же в это понятие включают, что товар должен быть обязательно продан и не вернуться в руки аукциониста. Это говорит о том, что победитель аукциона ценит товар выше конкурентов.

Отсутствие входного билета — это требование, когда любой участник аукциона не обязан платить за участие или «человек, заявивший ноль, платит ноль». Входной билет — это риск, который участники берут на себя, поскольку даже при низких ставках они обязаны заплатить.

1.1. Английский аукцион

Самым распространенным аукционным является “Английский открытый аукцион”, где продажа или покупка осуществляется по возрастанию цены. Открытым он называется, потому что каждый участник аукциона видит ставки оппонентов. Главным правилом такого аукциона является то, что последующая ставка должна быть больше предыдущей [4].

Аукцион начинается с оглашения резервной цены, это минимальная сумма первой ставки, она выбирается с учетом того, чтобы в случае слабой конкуренции между участниками организатор остался в прибыли и мотивировать игроков к борьбе за лот. Победитель определяется в тот момент, когда никто не желает повысить его назначенную цену. Пример того, как работает английский аукцион приведен в блок-схеме на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема проведения английского аукциона

Оптимальная стратегия участника основана на собственной оценке стоимости товара, максимальная ставка для него не должна превышать этой оценки, при этом не важно, как ведут в этот момент другие участники. Это и является доказательством того, что английский аукцион является эффективным, так как лот получает игрок с максимальной ставкой и при этом он практически платит цену предыдущего участника [5].

К достоинствам такого аукциона можно отнести небольшие риски, как при покупке товара, так и при продаже. Так как цена всегда растет на товар, аукционист с каждой ставкой будет получать все большую прибыль. А участники, рассчитывая цену на товар, не будут переплачивать. Также, необходимо отметить, особенность открытых аукционов, каким и является Английский аукцион - участники могут учитывать ставки конкурентов и вносить изменения в свои ставки [6]. Таким образом, все участники находятся в примерно равных условиях, видят манипуляции конкурентов и все проведение аукциона регламентируется организаторами.

С другой стороны, главным недостатком аукциона является сложность проведения, организации правил и процедур. Так, например, может иметь место сговор участников, т.к. количество мест и лотов ограничено, то создается пространство для больших групп или компаний, которые могут навязывать ложную борьбу за лот.

1.2. Голландский аукцион

Голландский аукцион - открытый аукцион с нисходящими ценами, где продавец начинает с заведомо большой цены и снижает ее шаг за шагом [7]. В нем аукционист назначает максимально возможную цену на лот и последовательно снижает цену на него, пока один из

участников не согласиться его купить. После этого товар будет продан первому кто сделает свою ставку. Наиболее востребованным он оказался при продаже оптовых товаров, так в Голландии в сутки может продаваться более 12 миллионов цветов. На рисунке 2 изображена блок схема проведения Голландского аукциона.

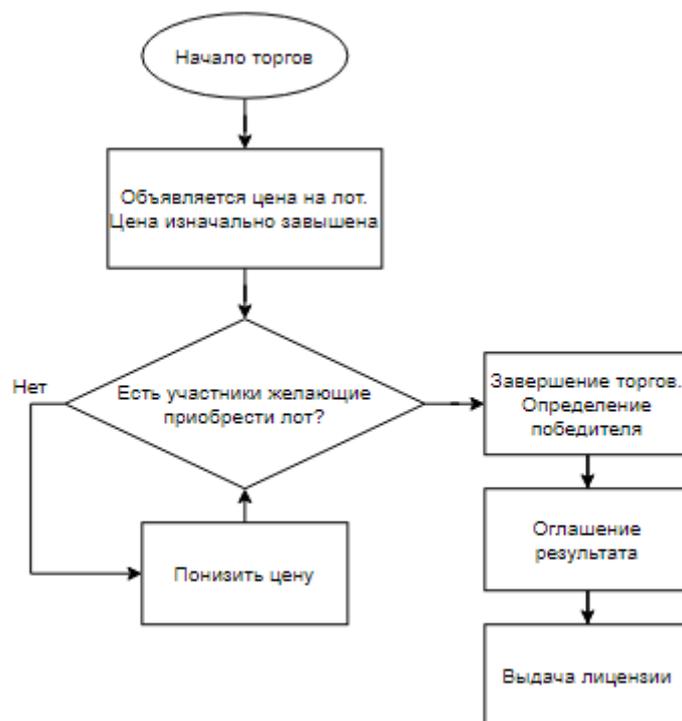


Рисунок 2 – Порядок проведения Голландского аукциона

Преимущество такого аукциона заключается в его быстром проведении, ведь такой подход позволяет проводить в течении часа продажу сотни товаров, а также в спокойном формате проведения, участники не выкрикивают, перебивая ставки друг друга, а ждут подходящую цену, чтобы сделать ставку. Сложность проведения и организации аукциона сводится к минимуму, в отличие от Английского аукциона.

Существенным недостатком является то, что аукционист может потерять часть прибыли, т.к. нет понимания какую максимальную ставку готовы сделать участники аукциона, а цель продать по самой выгодной цене.

Оптимальная стратегия в таком виде аукциона не столь очевидна, как в английском, в котором при достижении собственной оценки участник знает о ставках других, здесь же игрок не имеет информации об этом. Таким образом ожидая понижения цены, игрок уменьшает свои шансы на победу, но, с другой стороны, увеличивает свою прибыль. Эффективность аукциона доказывает то, что участник с максимальной оценкой товара сделает ставку раньше остальных.

1.3. Аукцион первой цены

Наиболее популярный формат проведения аукциона первой цены является закрытым, однако его проводят и в открытом формате. Участники однократно подают свои цены за лот.

Аукционист выбирает максимальную ставку и объявляет победителя, именно эту цену обязан будет заплатить победитель.

Такое проведение аукциона подобно Голландскому. Тут встает выбор поставить ставку меньше своей оценки и повысить риск проигрыша или поставить больше и выиграть, но переплатить. Преимущественно, аукцион первой цены используются для государственных нужд: продажа ценных бумаг и собственности. Так в России был реализован первый серьезный аукцион продажи 25% акций «Связьинвеста» в 1990 году. Они были проданы за 1.875 миллиардов долларов [8].

Достоинство такого формата проведения аукциона заключается в высокой конкуренции, которая обуславливается сложностью сговора. Если сильные игроки вступают в соглашение, то этим самым они привлекают конкурентов, поэтому сильным игрокам невыгодно делать ставки согласовано. Также, в случае открытого аукциона, закрытый аукцион гораздо привлекательнее для малых компаний, поскольку выигрыш в нем реже означает переоценку объекта торгов.

Несмотря на все эти достоинства, закрытый аукцион первой цены имеет один важный недостаток – он не всегда (например, когда участники разнотипные) обеспечивает эффективность, т.е. не гарантирует, что победитель имеет максимальную оценку лота.

1.4. Аукцион второй цены

Любимый вид аукциона среди аукционистов является аукционом второй цены или, как его еще называют аукционом Викри. В 1997 г. Уильям Викри получил за развернутый анализ аукциона Нобелевскую премию по экономике [9]. Как и в аукционе первой цены участники подают свои ставки в закрытом виде и аукционистом выбирается победитель с максимальной ставкой. Однако главное отличие от аукциона первой цены заключается в том, что победитель платит не свою цену, а размер ставки своего ближайшего конкурента. К примеру в аукционе участвует 4 человека и их ставки равно 300, 150, 280, 298 условных единиц, выигрывает аукцион участник со ставкой в 300 условных единиц, то он заплатит вторую по величине ставку, то есть 298.

Не очевидным кажется решение забирать с участника готового заплатить максимальную сумму, цену вторую по величине. Но это только на первый взгляд, так как изменение правил проведения аукциона также меняет стимул для участников. В аукционе первой цены участники не подают ставки выше своих представлений о цене лота, в этом случае наилучшей стратегией будет назвать цену равной своей оценке, ведь в случае победы оплачена будет ставка ниже вашей.

Достоинством аукциона второй цены является простая стратегия для участников. Им выгоднее указывать свою настоящую цену за лот. Вследствие чего аукционисту становится просто получить полную информацию о реальной ценности лота. Главный недостаток на сегодняшний момент - слабая устойчивость к сговору [10]. Участник способен подговорить других делать заниженные ставки, а сам поставить цену за лот равной его реальной оценке. Это вынуждает конкурентов, не участвующих в сговоре, делать завышенные ставки. В итоге инициатор заберет лот почти даром, что невозможно в аукционе первой цены.

Второй проблемой может стать недоверие к аукционисту, ведь в аукционе не раскрываются ставки участников и для своей выгоды аукционист может приблизить вторую ставку к цене победителя.

2. Применение аукционов в мультиагентных системах

Мультиагентная система — это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами [11]. Под агентами понимается некая сущность, которая самостоятельно действует по установленным правилам. Они могут сами организовывать коалиции агентов, действовать в рамках своих договоренностей, а также выходить из коалиций. У всех агентов в системе есть свой коэффициент удовлетворенности, который побуждает его к действиям.

Теория аукционов благодаря своему принципу равенства участников находит свое применение в мультиагентных системах. В них постоянно возникают ситуации борьбы агентов за ресурсы [12]. Все стремятся к получению максимальной выгоды и минимизации затрат, как и участники аукционов. В связи с этим, можно провести параллели о нативном включении аукционов в мультиагентную систему.

В 2007 году Роджеру Майерсону была вручена Нобелевская премия по экономике, в его работе было доказано, что все аукционы вне зависимости от их вида и формата проведения приносят одинаковую прибыль [13]. Поэтому в мультиагентных системах представляется возможным применения любого вида и типа аукциона, в зависимости от онтологии предметной области.

Использование аукциона актуально при возникновении спора между агентами за ресурс в системе. Для примера рассмотрим ситуацию поставок продовольствия в магазины питания, где необходимо решить вопрос, какой транспортной компании достанется заказ. В такой сложной системе [14] существует два вида агентов магазин и транспортная компания. Чтобы найти поставщика, который удовлетворяет требованиям контракта, магазин выставляет на аукцион лот на транспортировку. В таком случае закрытый аукцион первой цены подходит для транспортных компаний, где они анализируют только свои затраты для назначения стоимости контракта. Победитель выбирается из участников аукциона по принципу наименьшей ставки, так как в интересах магазина получить выгодный для него контракт, а поставщик, назначая свою цену, заведомо соглашается с ней. В результате магазин получит контракт по выгодным для себя условиям, а транспортная компания получит заказ, который удовлетворяет его требованиям.

В мультиагентных системах общение между агентами осуществляется посредством сообщений. Это позволяет создать сущность “аукцион” для его организации, что не нарушает концепции общения агентов. Аукцион способен принимать сообщение от агентов и на основе их предложений проводить аукцион. Для общения агента с аукционом сообщение может содержать информацию о необходимости инициировать проведения аукциона, ставке агента или результате проведенного аукциона

Заключение

В статье проведен краткий обзор основных видов аукционов. Выделены основные области применения и подчеркнуты положительные и отрицательные стороны каждого аукциона.

Предложен принцип использования аукционов в мультиагентных системах. В зависимости от предметной области имитационной модели могут применяться любые виды и типы аукционов, что оставляет большую гибкости при проектировании архитектуры и

алгоритмов системы. Некоторые ресурсы требуют разные виды аукционов, что легко реализуемо и не накладывает ограничения на работу системы. Концепция аукционов имеет большой потенциал в решении постоянной проблемы - борьба агентов за ресурсы.

Список литературы

1. Измалков, С.Б. Теория экономических механизмов / С.Б. Измалков, К.И. Сонин, М.М. Юдкевич // Вопросы экономики. – 2008. – №1. – С. 4–26.
2. Binmore K. The biggest auction ever : the sale of the British 3G telecom licences / K. Binmore, P. Klemperer // The Economic Journal. – 2002.
3. Krishna V. Auction theory / V. Krishna. – Academic press, 2009.
4. А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. Теория и практика аукционов. Вестник ВГУ серия: Экономика и управление. № 3. 2018.
5. Peter Cramton. Auctioning the Digital Dividend, 2009.
6. Peter Cramton. Spectrum Auctions, University of Maryland, 2001.
7. Katok, E.; Kwasnica, A.M. Time is money: The effect of clock speed on seller's revenue in Dutch auctions // Experimental economics : journal. — 2008. — Vol. 11. — P. 344—357.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.1997 г. № 618 "О реализации акций открытого акционерного общества «Связьинвест»
9. Лауреаты Нобелевской премии по экономике: автобиографии, лекции, комментарии. Т. 2. 1983–1996. — СПб.: Наука, 2009. — С. 436—446.
10. Vickrey W. Counter-speculation, auctions, and competitive sealed tenders / W. Vickrey // The Journal of finance. – 1961. – V. 16. – № 1. – P. 8–37.
11. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта, №2, 1998, с. 64-116.
12. Sheble G.B. Computational auction mechanisms for restructured power industry operation. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
13. Roger Myerson wins 2007 Nobel Memorial Prize in Economics// Материалы с сайта <http://www-news.uchicago.edu> [Электронный ресурс]:–Режим доступа: <http://www-news.uchicago.edu/releases/07/071015.nobel.myerson.shtml/>, свободный. –Загл. с экрана. – Яз. Англ. Дата доступа: 13 октября 2020
14. Ржевский Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания интеллектуальных систем управления предприятиями. Published by WIT Press Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. 2015.

References

1. Izmalkov, S.B. Theory of economic mechanisms / S.B. Izmalkov, K.I. Sonin, M.M. Yudkevich // Voprosy ekonomiki. - 2008. - №1. - С. 4-26.
2. Binmore K. The biggest auction ever : the sale of the British 3G telecom licences / K. Binmore, P. Klemperer // The Economic Journal. – 2002.
3. Krishna V. Auction theory / V. Krishna. – Academic press, 2009.
4. A. V. Savvateev, A. Filatov. Theory and practice of auctions. Vestnik VSU series: Economics and Management. № 3. 2018.
5. Peter Cramton. Auctioning the Digital Dividend, 2009.
6. Peter Cramton. Spectrum Auctions, University of Maryland, 2001.

7. Katok, E.; Kwasnica, A.M. Time is money: The effect of clock speed on seller's revenue in Dutch auctions // *Experimental economics : journal*. — 2008. — Vol. 11. — P. 344—357.
 8. Decree of the Government of the Russian Federation No. 618 of May 23, 1997 "On Sale of Shares in Svyazinvest Open Joint-Stock Company".
 9. Nobel Prize Laureates in Economics: Autobiographies, Lectures, and Commentaries. T. 2. 1983-1996. - SPb: Nauka, 2009. - С. 436-446.
 10. Vickrey W. Counter-speculation, auctions, and competitive sealed tenders / W. Vickrey // *The Journal of finance*. – 1961. – V. 16. – № 1. – P. 8–37.
 11. Gorodetsky V.I., Grushinsky M.S., Khabalov A.V. Multi-agent systems // *Artificial Intelligence News*, No. 2, 1998, pp. 64-116.
 12. Sheble G.B. Computational auction mechanisms for restructured power industry operation. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
 13. Roger Myerson wins 2007 Nobel Memorial Prize in Economics// Materials from <http://www-news.uchicago.edu> [Electronic resource]:-Access mode: <http://www-news.uchicago.edu/releases/07/071015.nobel.myerson.shtml/>, free. -Login. -Language. English. Access date: October 13, 2020.
 14. Rzhnevsky G.A., Skobelev P.O. How to manage complex systems? Multi-agent technologies for creating intelligent enterprise management systems. Published by WIT Press Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK. 2015.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.415.2

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ДАННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

¹Кизянов А.О., ²Кизянова Ю.Р., ³Баженов Р.И.

^{1,3}ФГБОУ ВО Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан, Россия (679015, г. Биробиджан, ул. Широкая д. 70а), e-mail: ¹toonychannel@gmail.com, ³r-i-bazhenov@yandex.ru

²МБДОУ «Детский сад № 16», г. Биробиджан, Россия(679014, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема д. 99 б), e-mail: u8881@mail.ru

Целью исследования является разработка веб-программы, которая способна хранить, создавать и изменять данные педагогических работников. Программный продукт написан на языке программирования Python с помощью web-фреймворка Django, CSS-фреймворка Materialize. В этих фреймворках имеются различные методы и механизмы для создания сайтов различной сложности. Разработанная программа имеет интерфейс пошагового заполнения данных о сотрудниках и последующего поиска сотрудников по конкретным параметрам, таким как дата последней аттестации, курсов повышения квалификации и другие. На настоящий момент система используется в дошкольном образовательном учреждении «Детский сад № 16».

Ключевые слова: автоматизация, автономность, учет.

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING THE DATA OF PEDAGOGICAL WORKERS

¹Kizyanov A.O., ²Kizyanova Y.R., ³Bazhenov R.I.

^{1,3}FSBEI HE Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, Russia (679015, Birobidzhan, street Shirokaya, 70a), e-mail: ¹toonychannel@gmail.com, ³r-i-bazhenov@yandex.ru

²MPEI Kindergarten No. 16, Birobidzhan, Russia, Birobidzhan, Russia (679014, Birobidzhan, street Sholom-Aleichem, 99b), e-mail: u881@mail.ru

The aim of the research is to develop a web program that can store, create and change the data of teaching staff. The software product is written in the Python programming language using the Django web framework, the Materialize CSS framework. These frameworks have various methods and mechanisms for creating sites of varying complexity. The developed program has an interface for step-by-step filling in employee data and then searching for employees by specific parameters, such as the date of the last certification, advanced training courses, and others. At the moment, the system is used in the preschool educational institution "Kindergarten No. 16".

Keywords: automation, autonomy, accounting.

Введение

Актуальность

Создание единой информационной среды - одно из главных условий совершенствования системы управления дошкольной организации. Информатизация дошкольного образования открывает педагогам новые возможности для широкого внедрения в педагогическую практику новых методических разработок, направленных на интенсификацию и реализацию инновационных идей образовательного процесса.

Несмотря на значительные потенциальные возможности информационных технологий (ИТ) в системе дошкольного образования, эти технологии еще не нашли должного применения во многих дошкольных учреждениях. Одной из причин ограниченного использования ИТ является недостаточная разработанность методических условий их использования и отсутствие соответствующих методик.

Эффективность компьютеризации дошкольных организаций зависит как от качества применяемых программных средств, так и от умения рационально и умело их использовать в управленческом и образовательном процессе.

Внедрение информационных технологий в работу не только всех дошкольных образовательных учреждений, в том числе и отдельно каждой дошкольной организации необходимо для удовлетворения информационных потребностей всех без исключения сотрудников организации, имеющих дело с принятием решений, и может быть полезно на любом уровне управления.

Заказчиком (Муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение «Детский сад № 16») была поставлена задача по разработке базы данных педагогических работников. Необходимость в её создании появилась с увеличением бумажной работы. Если собрать все данные о педагогах в одном месте (программе), то можно делать выборку по необходимости. Такая система учета и контроля данных педагогических работников позволит вести учет данных педагогов, контролировать их данные, квалификационную категорию, образование и многое другое.

Обзор исследований

В работе Е.А. Поддубской и др. рассматриваются методологические основы оценки результативности научной деятельности. В соответствии с существующей нормативной базой оценка результативности научной деятельности (как персонифицированная, так и организаций в целом) проводится на основе единых показателей. Применение единой системы индикаторов при всех видах оценки позволяет получить представление о кадровом потенциале организации, его качествах, возможностях и резервах. Учитывая, что меры, направленные на повышение эффективности и качества научной деятельности, определяются показателями результативности труда сотрудников, требуется их систематическое мониторинговое с использованием инструментов и методов, базирующихся на современных технологиях управления [5].

Рассматривая статью А. В. Кулькова, Г. В. Василенко, можно увидеть процесс написания программы по автоматизации процесса учета рабочего времени и выполняемых заданий персоналом сервисной компании. Программа может быть использована для сбора данных, интеграции информационных потоков, навигации пользователей, формирования отчетности, осуществления аудита [1].

А.Д.Носова и др. занимались задачей в области повышения эффективности рабочего процесса автоматизация деятельности различных структурных подразделений в организации. Автоматизация деятельности влечет за собой уменьшение бумажного документооборота, снижение ошибок в работе, связанных с человеческим фактором, сокращение времени поиска необходимой информации, а также увеличение эффективности работы сотрудников. В качестве оптимального механизма для автоматизации вышеперечисленных потребностей выступают информационные системы, которые позволяют оперативно получать актуальные данные от различных подразделений в организации и использовать полученную информацию в управленческих целях, а также хранить большие объемы информации и данных. Автоматизация работы с информацией также позволяет проводить аналитическую работу, в частности, по исследованию психологического состояния работников организации, мониторинга когнитивных процессов. Для разработки информационной системы учета данных о сотрудниках детально изучены современные бизнес-сообщества, а также предложения на рынке программного обеспечения в области автоматизации деятельности сотрудников кадровой службы. Выявленные основные потребности, предъявляемые к информации и данным, при информатизации деятельности сотрудников в различных организациях или компаниях позволили разработать информационную систему, которая соответствует всем современным требованиям [4].

Описывает основные проблемы, с которыми сталкиваются руководители при выборе систем учета рабочего времени П.В.Курбатова. Она дает краткое описание систем учета рабочего времени, а также их основных функций. Также рассматриваются три популярные автоматизированные системы, которые включают в себя функции тайм-трекинга: JIRA, Битрикс24, PrimaERP [2].

Д. К. Сфиева и др. приводят решение проблем эффективного управления ресурсами на основе применения информационных технологий для увеличения конкурентоспособности подразделений вузов на рынке образовательных услуг. Модульный подход обеспечивает универсальность данного программного продукта [6].

Авторы П. В. Никитин, В. А. Миронова, Т. А. Сафина в своей статье представили разработку автоматизированной системы учета специального лабораторного оборудования кафедры предназначена для установки контроля в виде отчетов и документов за выданными специальным оснащением и специализированным оборудованием лабораторий кафедры в другие подразделения учреждения. Программный продукт позволит свести к минимуму затраты на бумажные носители и временные затраты на ведение учета и составление отчетов. В соответствии с функциональным назначением система включает следующие модули: личная карта учета оборудования; выдачи и сдачи специального оснащения и специального оборудования; отчеты: остатки оборудования в лабораториях; отчет по оснащению и оборудованию; справочники: карта специального оснащения и специального оборудования; лаборатории; сотрудники организации; должности сотрудников [3].

Цель исследования

Целью данного исследования является разработка программы с веб-ориентированным интерфейсом, которая автоматизирует учет данных о сотрудниках и ведение статистики по прохождению курсов повышения квалификации и аттестации.

1. Материалы и методы

После анализа имеющихся на рынке технологий было принято решение использовать для разработки следующие инструменты: язык программирования Python, библиотека Django, язык разметки HTML, CSS-фреймворк Materialize.

2. Результаты и дискуссия

Система была разработана с целью автоматизации учета данных о сотрудниках и ведению статистики по прохождению курсов повышения квалификации и аттестации. Основной проблемой служило автономность системы и возможность работы в оффлайн режиме без доступа в интернет. В качестве решения была разработана автономная система, написанная на язык программирования Python и фреймворке Django. В качестве интерфейса задействуется любой браузер. Так как Django является web-фреймворком, то система представляет собой локальный сайт, с web интерфейсом, в котором можно создавать, изменять или удалять данные о педагогах. Сильная сторона web-решения заключается в мобильности и кроссплатформенности, потому как система способна работать на следующих операционных система Windows, Linux и MacOS и со всеми современными браузерами, такими как Google Chrome, Yandex-браузер, Opera и другие. На каждую организацию заранее заводится лицензия в виде логина и пароля к системе, без них пользователю будут недоступны к просмотру данные о сотрудниках. Данное решение позволяет защитить персональную информацию о сотрудниках. Чтобы запустить систему необходимо дважды щелкнуть по ярлыку запуска, все необходимые библиотеки находятся в папке с системой, так что нет необходимости что-либо дополнительно устанавливать. После запуска ярлыка, автоматически в браузере откроется окно авторизации, в которое необходимо будет ввести свой логин и пароль.

Общий вид программы выглядит как на рисунке 1.

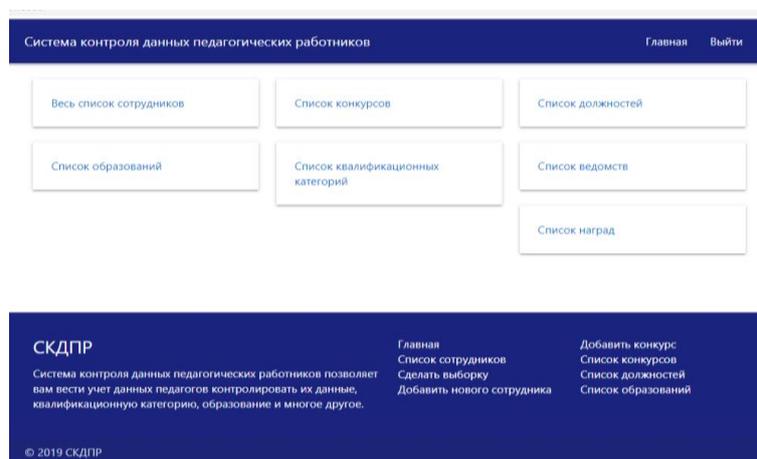


Рисунок 1 - Общий вид программы

Список сотрудников, список образований, список квалификационных категорий, список должностей, список наград и т.д.

Отдельно заполняется каждая вкладка, например, список образований, как на рисунке 2.

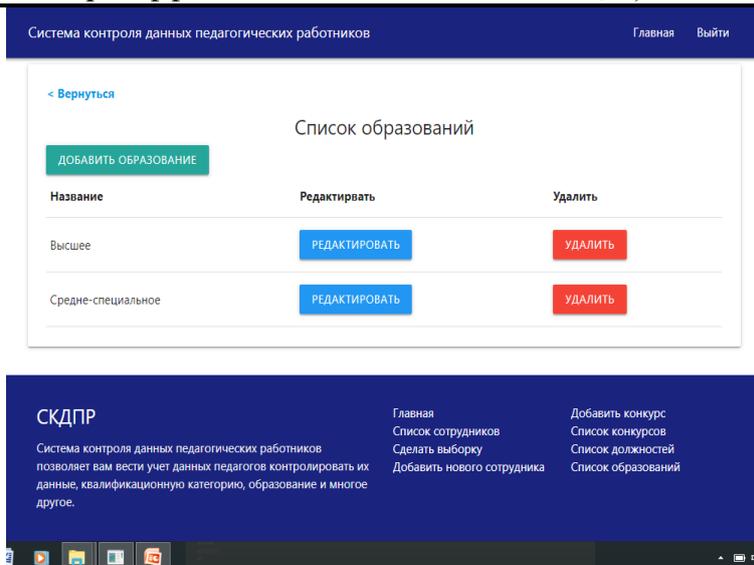
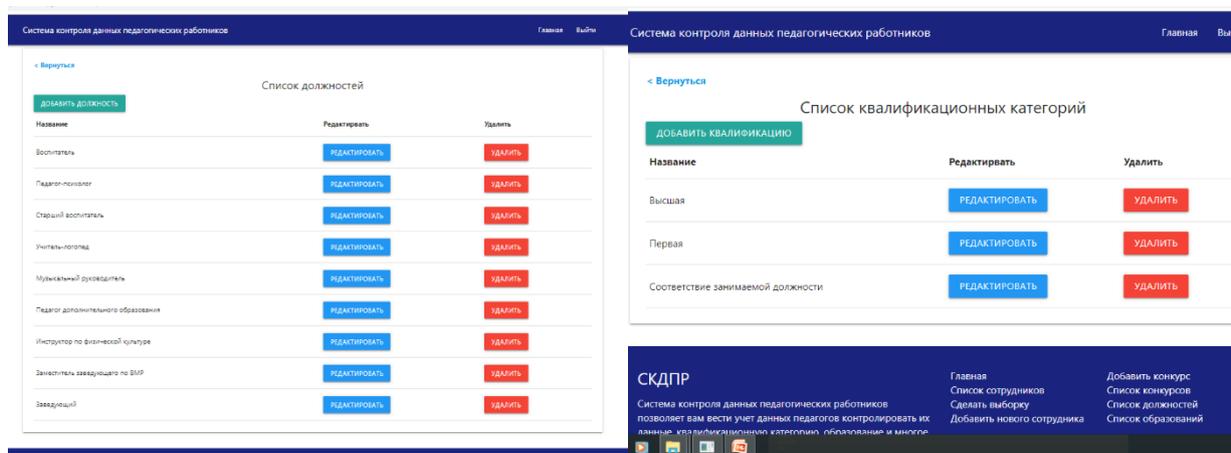


Рисунок 2 - Страница списка образований

Выставляется высшее или средне специальное. Это для того, чтобы при внесении данных конкретного педагога в базу данных, выбирать из предложенного списка образований. Так прописываются и список должностей, и список квалификационных категорий, как на рисунке 3.



а)

б)

Рисунок 3 – Список должностей (а) и список квалификационных категорий(б)

После наполнения данными, можно делать выборки по нужным критериям, форма для выборки представлена на рисунке 4. Можно выбирать какие поля требуются, например стаж, дата рождения и другие.

Система контроля данных педагогических работников Главная Выйти

< Вернуться

Выборка педагогов по разным критериям

Квалификационная категория: Образование: Участие в конкурсах: Награды:

Стаж (от): Стаж (до): Год прохождения курсов: Год прохождения аттестации:

Образование Должность Дата рождения Стаж Курсы повышения квалификации Категория Награды

СБРОСИТЬ ФИЛЬТРЫ РАСПЕЧАТАТЬ НАЙТИ

Рисунок 4 - Форма выборки педагогов по требуемым критериям

Результатом заполнения будет список всех педагогов попадающих под выбранные критерии.

Вывод адаптирован под печать, так что при попытке вывести выборку педагогов на печать страница сформируется только таблицей с необходимыми данными.

В папке с проектом есть все нужные библиотеки, они поставляется в комплекте со всем проектом и позволяет запускать систему в разных операционных системах.

Запуск осуществляется через файл «Запуск.bat», его содержимое можно увидеть на рисунке 5.

```
@echo off
call Waitruspython\python.exe Waitrus/manage.py makemigrations
call Waitruspython\python.exe Waitrus/manage.py migrate
start Waitruspython\python.exe Waitrus/manage.py runserver 8000
start rundll32 url.dll,FileProtocolHandler http://127.0.0.1:8000/
```

Рисунок 5 - Содержимое файла Запуск.bat

Скрипт автоматически запускает локальный сайт и открывает главную страницу по адресу <http://127.0.0.1:8000/> в стандартном браузере.

Выводы

Данная веб-ориентированная система предназначена для более удобной работы с данными работников, чем на бумажном носителе. В результате статьи получилось создать систему учета данных педагогических работников с возможностью выборки по нужным параметрам. На данный момент система используется в дошкольном образовательном учреждении. Также система будет улучшаться по мере требуемых возможностей.

Список литературы

1. Кульков А.В., Василенко Г.В. Система учета рабочего времени сотрудников // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015663179, 11.12.2015. Заявка № 2015660109 от 23.10.2015.

2. Курбатова П.В. Исследование рынка автоматизированных систем учета рабочей активности сотрудников // В сборнике: экономика, бизнес, инновации. сборник статей VI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 235-239.
3. Никитин П.В., Миронова В.А., Сафина Т.А. Автоматизированная система учета специального лабораторного оборудования кафедры // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016660881, 22.09.2016. Заявка № 2016615320 от 25.05.2016.
4. Носова А.Д., Газизов Т.Т., Стась А.Н., Шелупанова П.А. Применение информационных систем для учета и анализа данных о сотрудниках // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2020. Т. 23. № 4. С. 85-90.
5. Поддубская Е.А., Учеваткина Н.В., Концевая А.В., Драпкина О.М. Комплексная персонифицированная оценка деятельности научных сотрудников с использованием автоматизированной системы учета // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22. № 1. С. 124-132.
6. Сфиева Д.К., Мурадов М.М., Мирземагомедова М.М., Ибрагимов А.Д. Разработка информационной системы по учету научной активности сотрудников кафедры // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015. № 2 (31). С. 65-71.

References

1. Kulkov A.V., Vasilenko G.V. Employee time tracking system // Certificate of registration of the computer program RU 2015663179, 11.12.2015. Application No. 2015660109 dated 23.10.2015.
 2. Kurbatova P.V. Research of the market of automated systems for recording the work activity of employees // In the collection: economics, business, innovations. collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference. 2019. P. 235-239.
 3. Nikitin P.V., Mironova V.A., Safina T.A. Automated accounting system for special laboratory equipment of the department // Certificate of registration of the computer program RU 2016660881, 09/22/2016. Application No. 2016615320 dated 05.25.2016.
 4. Nosova A.D., Gazizov T.T., Stas A.N., Shelupanova P.A. Application of information systems for accounting and analysis of employee data // Reports of the Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. 2020. Vol. 23. No. 4.P. 85-90.
 5. Poddubskaya E.A., Uchevatkina N.V., Kontsevaya A.V., Drapkina O.M. Comprehensive personalized assessment of the activities of researchers using an automated accounting system // Preventive Medicine. 2019. Vol. 22. No. 1. P. 124-132.
 6. Sfieva D.K., Muradov M.M., Mirzemagomedova M.M., Ibragimov A.D. Development of an information system for taking into account the scientific activity of the staff of the department // Izvestia of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences. 2015. No. 2 (31). P. 65-71.
-